BBC

COSCIENZA LE TEORIE PIÙ CONVINCENTI SUL RAPPORTO MENTE-CERVELLO

SCIENZE

RICERCA • TECNOLOGIA • ATTUALITÀ • FUTURO

SCIENZA ITALIA
IN OGNI NUMERO
STUDI E SCOPERTE
DEI NOSTRI
RICERCATORI

PALEONTOLOGIA
Spinosauro: la sua coda riscrive la storia dei dinosauri

NEUTRINI
Novant'anni dopo la loro scoperta potrebbero essere la chiave per capire il Cosmo

CORONAVIRUS
Così gli scienziati metteranno fine alla pandemia

C'è un tunnel spazio-temporale nascosto al centro della Via Lattea?

Siamo più umani o più batteri?

Le Meraviglie dell'Universo

IL TELESCOPIO HUBBLE HA CAMBIATO LE NOSTRE CONOSCENZE SUL SISTEMA SOLARE, SULLE STELLE E SUI MONDI ALIENI.
MA QUALI SORPRESE CI RISERVERÀ IN FUTURO?

TARIFFA R.O.C. - POSTE ITALIANE SPA - SPED. IN ABB. POST. D.L. 353/2003 (CONV. IN L. 27/02/2004 N.46) ART. 1, COMMA 1, S/NA

BIMESTRALE - N°81- €5,90
P.I. 15-07-20 - LUGLIO/AGOSTO

Sprea EDITORI

IN EDICOLA

Scansiona il QR Code

Acquistala su www.sprea.it/scienzesalute anche in versione digitale

SOMMARIO

ARTICOLI

22 MERAVIGLIE DELL'UNIVERSO
Le più belle immagini del Cosmo che ci ha regalato il telescopio Hubble nei suoi 30 anni di attività

31 *COVER STORY*
L'INCREDIBILE HUBBLE
Tutto quello che ci ha insegnato, dall'atmosfera degli esopianeti alla vita delle stelle

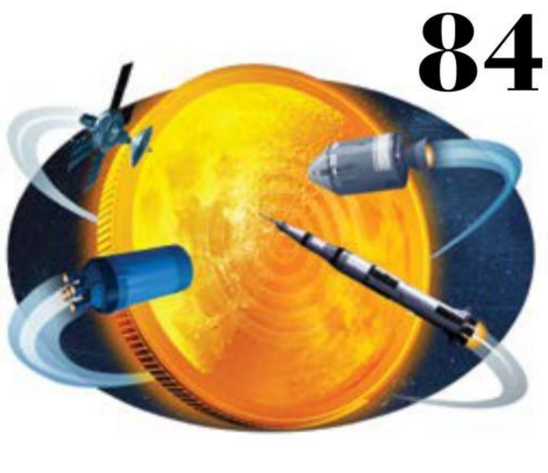
42 COSTRUIRE UN VACCINO
Ecco come la scienza fermerà una volta per tutte la pandemia

50 CACCIA AI NEUTRINI
A novant'anni dalla loro scoperta continuano a sorprenderci e potrebbero persino essere la chiave per comprendere l'Universo

58 LO SPINOSAURO E L'ITALIA
La scoperta della coda di questo animale, da parte di un team internazionale con molti italiani, cambia la storia dei dinosauri

66 IL MISTERO DELLA COSCIENZA
La sfida che impegna ricercatori da tutto il mondo per capire cosa ci rende quello che siamo

84 COSA SUCCEDEREBBE SE...
I pro e i contro della colonizzazione della Luna per estrarre minerali



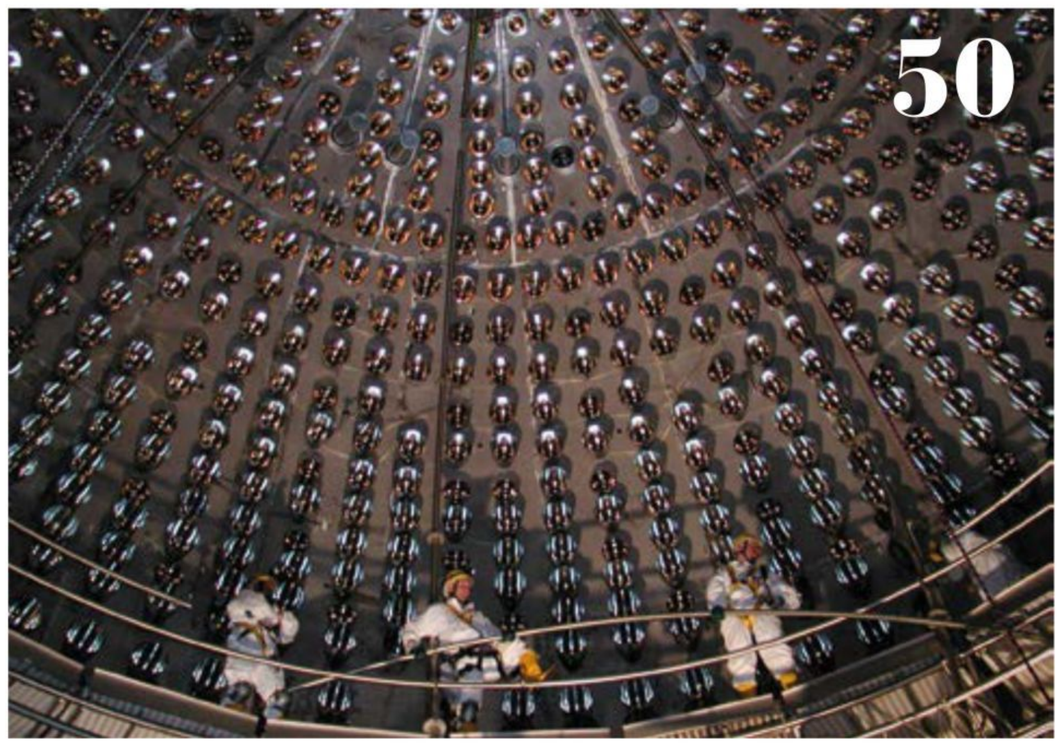
RUBRICHE

2 MEGAPIXEL
Le più spettacolari immagini del mondo della scienza

7 DISCOVERIES
News scientifiche dai quattro angoli del Pianeta

18 REALITY CHECK
Opinioni, suggerimenti e riflessioni sull'attualità

74 DOMANDE E RISPOSTE
La rubrica che risponde a tutte le vostre curiosità



88 INNOVAZIONI
Il presente e il futuro della tecnologia

94 SPACE BABY
Quando nascerà il primo bambino nello Spazio e perché è importante

IL NUMERO DI SETTEMBRE/OTTOBRE ESCE IL 15 SETTEMBRE

NOI RISPETTIAMO L'AMBIENTE!

Scienze viene stampata su carta certificata PEFC, proveniente da piantumazioni a riforestazione programmata (e perciò gestite in maniera sostenibile!).

PEFC™

ANCHE SU IPAD

SEGUICI SU facebook
www.facebook.com/bbcscienceitalia

MEGAPIXEL

L'Uber delle api

GOOSEFELD, GERMANIA

Questo bombo è un vero e proprio taxi: trasporta acari del genere *Parasitellus* dal nido a un fiore e viceversa. Sebbene gli acari non abbiano alcun effetto sul benessere del loro ospite, la relazione non è del tutto amichevole. "Gli acari sono per lo più cleptoparassiti. Rubano il polline dai bombi e si rifugiano nei loro nidi", spiega Paul Schmid-Hempel, ecologo sperimentale e ricercatore di parassiti e malattie degli insetti sociali all'ETH di Zurigo, l'università per la scienza e la tecnologia. "Usano il bombo come un veicolo di trasporto da un nido all'altro. Possono anche 'saltare' sui fiori che vengono visitati dai loro 'taxi naturali', dove rimangono in attesa – anche per un giorno – della prossima navetta da prendere", spiega. È comune vedere un gran numero di acari aggrapparsi anche a una sola ape, in primavera soprattutto alle api regine, quando queste si spostano per stabilire una nuova colonia".

HEIDI & HANS-JÜRGEN KOCH

MEGAPIXEL

Il fungo Zombie

SINGAPORE

Questo è il cranio di una mosca che è stata infettata dal fungo parassita *Cordyceps*. Composti da oltre 400 specie, i funghi *Cordyceps* crescono all'interno del corpo del loro ospite fino a quando non lo uccidono, "esplodendo" poi dal suo cadavere. Generalmente i bersagli sono insetti e aracnidi. "*Cordyceps* è chiamato anche 'fungo zombi' perché può prendere il controllo del sistema nervoso dell'ospite", spiega Adam Hart, biologo e professore di comunicazione della scienza all'Università del Gloucestershire. Il fungo è in grado di modificare il comportamento dell'ospite tanto da indurlo ad arrampicarsi sul gambo di una pianta, con l'addome rivolto verso l'alto. "L'insetto alla fine muore, fornendo così al fungo l'opportunità di distribuire le sue spore a destra e a manca", afferma Hart. "Gli steli che si vedono uscire dal cranio sono i corpi fruttiferi del fungo, dai quali si diffondono le spore fungine che andranno a infettare altri insetti".

FAIZ BUSTAMI /MIRRORLESSMACRO

HAI PERSO UN NUMERO DI BBC SCIENZE?

NON PREOCCUPARTI PUOI ACQUISTARE GLI ARRETRATI!

COD. **SWFO75**

COD. **SWFO76**

COD. **SWFO77**

SOLO IN VERSIONE DIGITALE

COD. **SWFO78**

SOLO IN VERSIONE DIGITALE

COD. **SWFO79**

COD. **SWFO80**

Completa la tua collezione ordinando gli arretrati **a soli 5,90€ cad.** su **www.sprea.it** oppure utilizzando il modulo qui sotto

SCEGLI L'ARRETRATO CHE VUOI ORDINARE

SE VUOI ORDINARE VIA POSTA O VIA FAX, COMPILA QUESTO COUPON

Ritaglia o fotocopia il coupon, invialo in busta chiusa a: **Sprea Spa** Via Torino, 51 20063 Cernusco s/n (MI), insieme a una copia della ricevuta di versamento o a un assegno. Oppure via fax al numero 02.56561221. Per ordinare in tempo reale i manuali collegati al nostro sito **www.bbcscience.it/arretrati**. Per ulteriori informazioni puoi scrivere a **store@sprea.it** oppure telefonare allo 02/87168197 dal Lunedì al Venerdì dalle 9.00 alle13.00 e dalle 14.00 alle 18.00.

INSERISCI I CODICI E MESI DI RIFERIMENTO delle pubblicazioni che desideri ricevere:

	€
	€
	€
	€
Totale Ordine	€

SCELGO IL SEGUENTE METODO DI SPEDIZIONE:

Indica con una ✗ la forma di spedizione desiderata

	Per **una rivista** spedizione tramite **posta tradizionale** al costo aggiuntivo di	€ **3,90**
	Per **due o più riviste** spedizione tramite **Corriere Espresso** al costo aggiuntivo di	€ **7,00**

TOTALE COMPLESSIVO	€

Data ____/____/____ Firma del titolare_____

Informativa e Consenso in materia di trattamento dei dati personali - (Codice Privacy d.lgs. 196/03) Sprea Spa Socio unico Sprea Holding Spa con sede in via Torino 51 – 20063 Cernusco s/ Naviglio (MI) è il Titolare del trattamento dei dati personali che vengono raccolti, trattati e conservati ex d.lgs. 196/03. Gli stessi potranno essere comunicati e/o trattati da Società esterne Incaricate. Ai sensi degli artt. 7 e ss. si potrà richiedere la modifica, la correzione e/o la cancellazione dei dati, ovvero l'esercizio di tutti i diritti previsti per Legge. La sottoscrizione del presente modulo deve intendersi quale presa visione, nel colophon della rivista, dell'informativa completa ex art. 13 d.lgs. 196/03, nonché consenso espresso al trattamento ex art. 23 d.lgs. 196/03 in favore dell'Azienda.

NOME

COGNOME

VIA

N° **C.A.P.** **PROV.**

CITTÀ

TEL.

E-MAIL

SCELGO IL SEGUENTE METODO DI PAGAMENTO (Indica con una ✗ quello prescelto)

☐ Versamento su **CCP 99075871** intestato a **Sprea SpA Arretrati Via Torino 51 20063 Cernusco Sul Naviglio MI** (Allegare ricevuta nella busta o al fax)

☐ Bonifico intestato a **Sprea SpA Arretrati** sul conto **IBAN IT05 F076 0101 6000 0009 9075 871**

☐ **Carta di Credito** N. ____ ____ ____ ____

(Per favore riportare il numero della Carta indicandone tutte le cifre)

Scad. ____/____ CVV ____

(Codice di tre cifre che appare sul retro della carta di credito)

Nome e Cognome del Titolare della carta (può essere diverso dall'abbonato)

☐ CartaSi ☐ postepay ☐ MasterCard ☐ VISA ☐ Diners Club International

DISCOVERIES

NOTIZIE E OPINIONI DAL MONDO DELLA SCIENZA

SPAZIO

MAPPATA PER LA PRIMA VOLTA L'INTERA SUPERFICIE LUNARE

Un progetto durato decenni ha messo insieme le mappe dell'epoca delle missioni Apollo e le informazioni provenienti dai satelliti più recenti

GETTY IMAGES, NASA/GSFC/USGS

Notizie in breve

MENO MORTI CON CITTÀ PIÙ VERDI

Un'analisi condotta dall'Istituto di Salute Globale di Barcellona ha concluso che esiste un collegamento tra spazi urbani più verdi e un numero inferiori di morti premature. Usando la città di Filadelfia come modello, i ricercatori hanno stimato che se il 30 per cento della sua superficie fosse coperto di alberi si potrebbero prevenire più di quattrocento decessi e risparmiare quasi quattro miliardi di dollari ogni anno. Una maggiore quantità di spazi verdi migliora infatti la salute mentale, riduce lo stress e aumenta le possibilità di fare esercizio fisico. "Ma la cosa più importante", spiega il coordinatore dello studio Mark Nieuwenhuijsen, "il verde accresce la biodiversità e riduce l'impatto del cambiamento climatico, rendendo più sostenibili e più vivibili le nostre città".

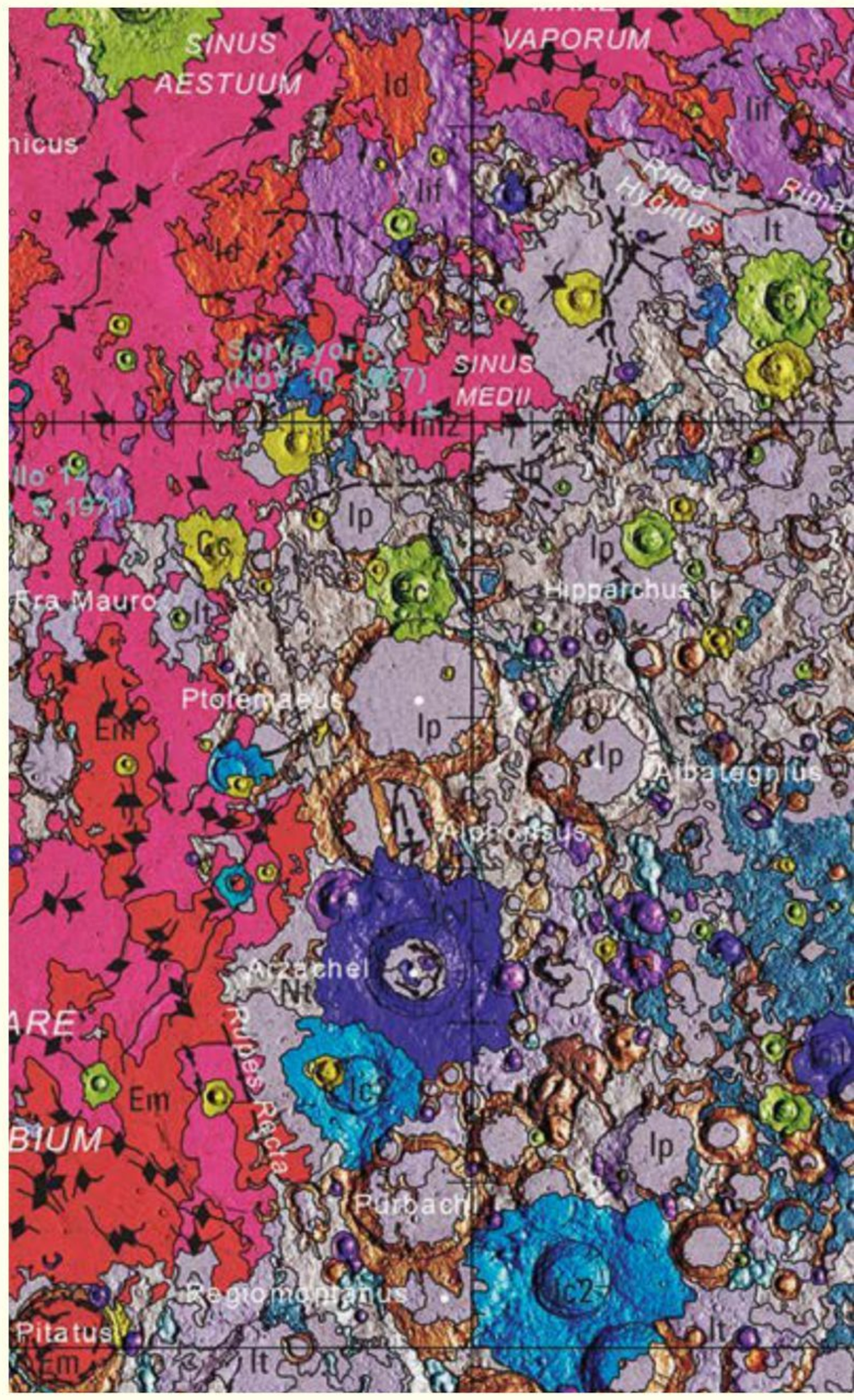
Queste mappe colorate che mostrano in estremo dettaglio la tormentata superficie della Luna sono frutto di un mastodontico sforzo di collaborazione tra i ricercatori della US Geological Survey (USGS), della NASA e del Lunar Planetary Institute. È la prima volta che l'intera superficie lunare viene mappata e classificata in maniera scientifica e uniforme.

Battezzata "Mappa Geologica Unificata della Luna" sarà d'ora in poi il documento definitivo per gli studi geologici e per le future missioni sul satellite, oltre che uno strumento insostituibile per studiare i quattro miliardi e mezzo di storia del nostro più prossimo vicino spaziale. La versione digitale della mappa mostra la geologia lunare in notevole dettaglio, con una scala di 1 a 5.000.000.

"L'essere umano è sempre stato affascinato dalla Luna", dice Jim Reilly, attuale direttore dell'USGS ed ex astronauta della NASA, "e il pubblico attende da tempo il nostro ritorno lassù. Una mappa creata dall'USGS che può aiutare la NASA nelle sue future missioni è un traguardo meraviglioso".

Per metterla insieme il team ha impiegato mappe locali ricavate da sei missioni dell'epoca dei moduli Apollo integrandole con informazioni provenienti da missioni satellitari molto più vicine a noi. I dati sulla regione equatoriale vengono da osservazioni effettuate dalla Telecamera-Terreno della recente missione SELENE (Selenological and Engineering Explorer) condotta dalla JAXA, l'Agenzia di Esplorazione Spaziale Giapponese, mentre i dati sulle regioni polari provengono dall'Altimetro Orbitale Lunare Laser della NASA. In definitiva la nuova mappa nasce da una fusione delle mappe più vecchie con dati recenti, un processo che ha permesso al team di sviluppare anche un nuovo sistema descrittivo degli strati rocciosi della superficie.

"È il culmine di un progetto durato decenni", dice Corey Fortezzo, geologo dell'USGS, "che fornisce informazioni fondamentali per nuovi studi scientifici collegando l'esplorazione di siti specifici con il resto della superficie lunare".



ALAMY, GETTY IMAGES, NASA/GSFC/USGS, SAI CHAVALA

FACTFILE: MISSIONI LUNARI CON EQUIPAGGI UMANI

(X)= HA CAMMINATO SULLA LUNA

APOLLO 11

LANCIO: 16 Luglio 1969
EQUIPAGGIO: Neil Armstrong (X); Buzz Aldrin (X); Michael Collins

L'equipaggio dell'Apollo 11 si guadagnò un posto nei libri di storia raggiungendo l'obiettivo indicato dal presidente John F. Kennedy otto anni prima: portare i primi esseri umani sulla Luna e riportarli indietro.

APOLLO 12

LANCIO: 14 Novembre 1969
EQUIPAGGIO: Charles Conrad (X); Alan Bean (X); Richard Gordon

Il secondo equipaggio Apollo proseguì il lavoro del primo, portando avanti non solo le esplorazioni ma anche eseguendo esperimenti e recuperando parti di un lander rimasto sulla Luna due anni.

APOLLO 14

LANCIO: 31 Gennaio 1971
EQUIPAGGIO: Alan Shepard (X); Edgar Mitchell (X); Stuart Roosa

Fu l'ottava missione Apollo con equipaggio e la terza ad atterrare sulla Luna. Nel corso di due camminate sulla superficie l'equipaggio condusse esperimenti e raccolse 58 chili di rocce e terreno.

APOLLO 15

LANCIO: 26 Luglio 1971
EQUIPAGGIO: David Scott (X); James Irwin (X); Alfred Worden

Fu la prima missione Apollo a poter restare per un tempo più lungo: l'equipaggio rimase sulla superficie lunare per 18 ore e 37 minuti, un record per l'epoca. Fu anche la prima missione a impiegare un rover, il Lunar Roving Vehicle.

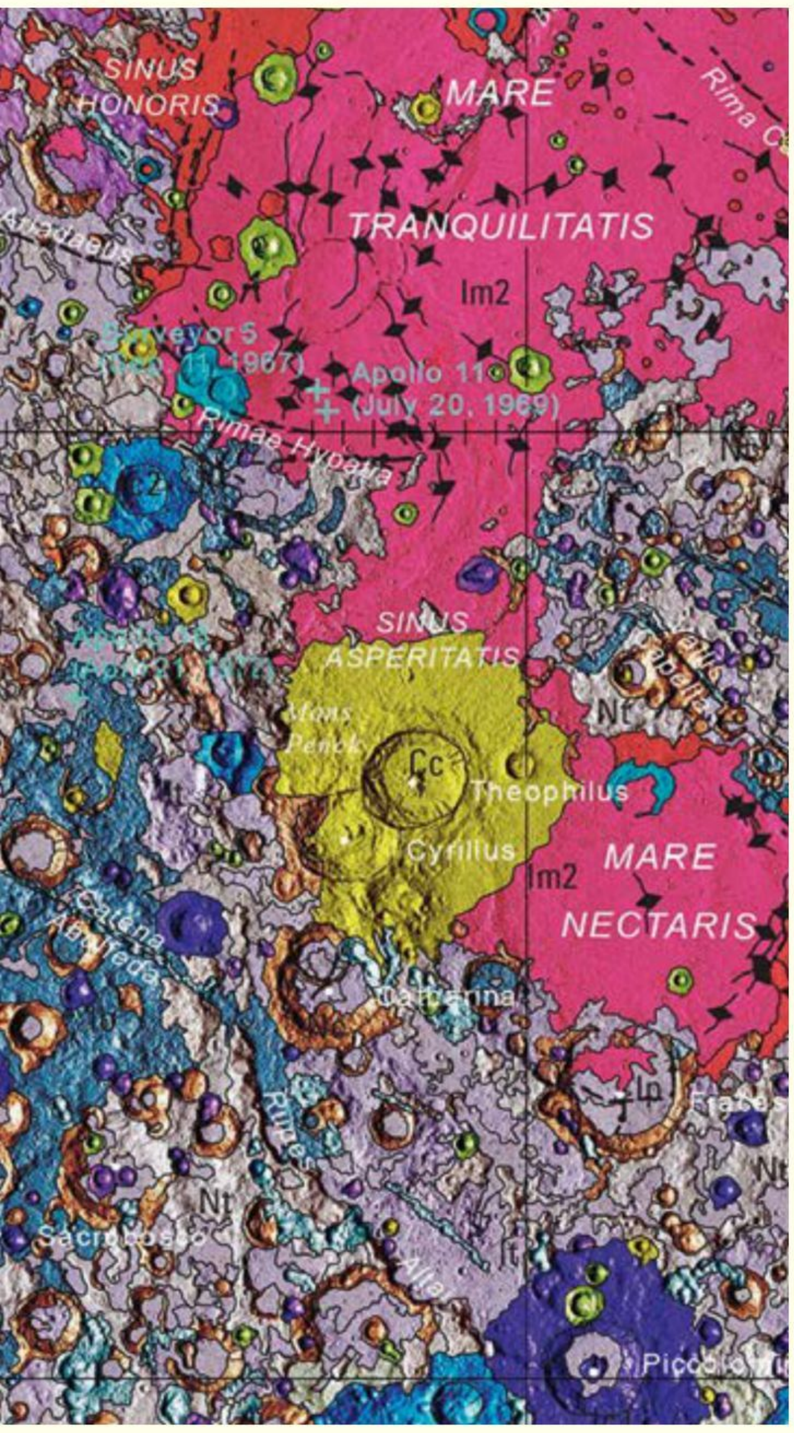
APOLLO 16

LANCIO: 16 Aprile 1972
EQUIPAGGIO: John Young (X); Charles Duke (X); Thomas Mattingly

In questa missione l'equipaggio guidò il Lunar Roving Vehicle per oltre 25 chilometri nel corso di tre escursioni, raccogliendo dalla superficie lunare 130 chili di campioni.

HAI ALZATO IL GOMITO? FATTI UN COCKTAIL AGLI ESTRATTI VEGETALI

Come può testimoniare chiunque abbia esagerato con l'alcol, il doposbronza non è mai un momento divertente: mal di testa, nausea e affaticamento sono le sue caratteristiche, e possono durare ore e ore. Ma adesso un cocktail di estratti vegetali sviluppato da un team dell'Università Johannes Gutenberg, in Germania, potrebbe dare una mano: i partecipanti ai test che hanno bevuto una combinazione di acerola, fico d'India, ginkgo biloba, radice di salice e zenzero dopo una sbronza di vino o birra hanno riportato una diminuzione del mal di testa pari al 34 per cento, della nausea pari al 42 per cento e del disagio generale del 41 per cento rispetto ai partecipanti che hanno bevuto un placebo. Ecco un buon motivo per brindare!



IN ALTO: **I diversi colori forniscono informazioni sulla topologia, l'età e le caratteristiche chimiche delle rocce**

APOLLO 17

LANCIO: 7 Dicembre 1972
EQUIPAGGIO: Eugene Cernan (X); Harrison Schmitt (X); Ronald Evans

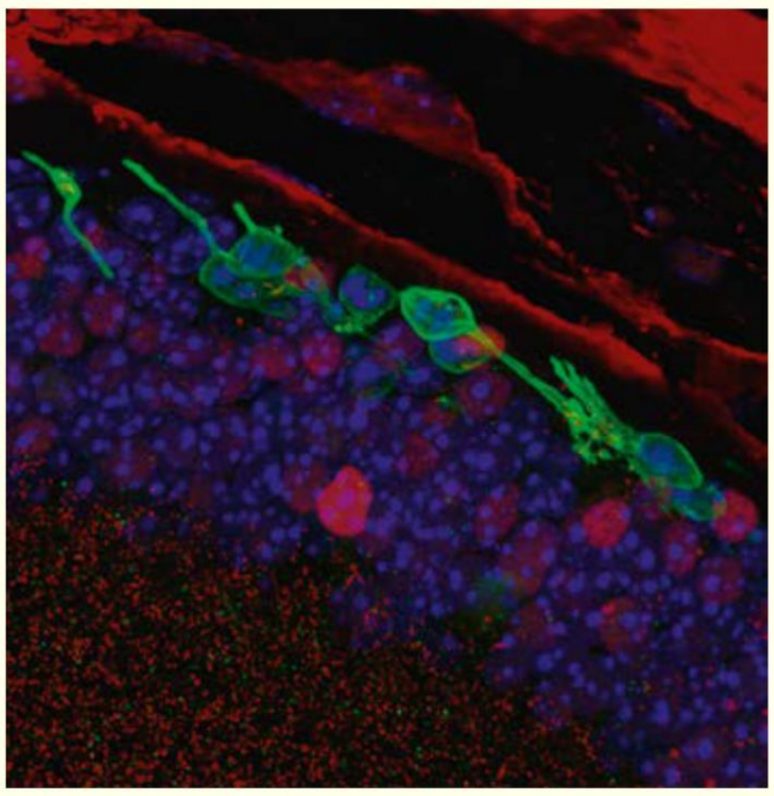
Fu l'ultima missione a portare esseri umani sulla Luna, e ne fece parte il primo scienziato-astronauta che mise piede sul satellite: il geologo Harrison Schmitt, il cui compito fu raccogliere importanti campioni di roccia lunare.

SALUTE

Una nuova tecnica potrebbe restituire la vista ai non vedenti

Una nuova tecnica che potrebbe ridurre drasticamente le tempistiche dei trattamenti per la perdita della vista ha funzionato su topi ciechi. Il nuovo sistema potrebbe aiutare chi soffre di degenerazione maculare dovuta all'età (AMD). Il disturbo in questione è dovuto a una perdita dei fotorecettori, i neuroni della retina che reagiscono alla luce e sono responsabili di contrazioni e dilatazioni delle pupille. A causare degenerazione dei fotorecettori e cecità possono essere anche il diabete e rari disturbi genetici. Le attuali terapie impiegano cellule staminali per sostituire i fotorecettori danneggiati. Sviluppate in laboratorio da cellule adulte, le cellule staminali sono "pluripotenti", ossia si possono riprogrammare perché si trasformino in qualsiasi altro genere di cellula, poi trapiantabile nei pazienti bisognosi. "Le terapie basate sulle cellule staminali sono una importantissima innovazione", dice Sai Chavala, che ha guidato lo studio, "ma la loro produzione è un processo complicato e soprattutto lento". Per trasformare una cellula adulta in una cellula staminale e quest'ultima in una cellula fotorecettrice possono volerci anche sei mesi. Invece la nuova tecnica sviluppata da Chavala e dal suo team presso l'Istituto Nazionale per la Vista del Maryland, negli Stati Uniti, può produrre le cellule da rimpiazzare in appena dieci giorni. Il metodo, conosciuto come "riprogrammazione chimica diretta", consiste nel prendere cellule epiteliali e aggiungervi un mix di cinque minuscoli composti molecolari capaci di attivare alcuni geni fondamentali nello sviluppo della retina. Una volta "accesi" in questo modo i geni, le cellule epiteliali diventano capaci di imitare le cellule fotorecettrici e possono venir trapiantate nell'occhio del paziente, che le riconosce come parte della retina e riacquista la vista.

I ricercatori hanno eseguito il trapianto su topi ciechi e testato il comportamento delle loro pupille in condizioni di luminosità ridotta: dei quattordici animali impiegati nello studio, sei hanno mostrato un aumento della risposta alla luce dopo l'intervento, una dimostrazione che la tecnica ha funzionato. Il team ora auspica che usando cellule epiteliali del paziente stesso per fabbricare cellule retiniche "personalizzate" riduca i rischi di rigetto del sistema immunitario. Chavala e i suoi collaboratori attendono ora che successivi esperimenti di laboratorio raggiungano i requisiti della FDA (Food and Drug Administration) per poter testare la terapia sugli esseri umani entro i prossimi tre anni.



Tre mesi dopo il trapianto le nuove cellule fotorecettrici (in verde) sono ancora vive e sono state integrate nella retina

...I VIDEOGIOCATORI

I videogiochi d'azione e strategia in tempo reale possono migliorare la capacità di distinguere tra informazioni rilevanti e irrilevanti nella vita quotidiana, secondo uno studio dell'Università Cinese di Scienze e Tecnologie Elettroniche. I giocatori veterani di *League Of Legends* si sono infatti dimostrati più efficienti della media nel distribuire le loro risorse cognitive.

...I CICLISTI

Uno studio del Centro Statale di Ricerca ed Educazione nei Trasporti di Portland ha dimostrato che le piste ciclabili possono incrementare l'economia locale, in particolare nel settore alimentare.

Mese positivo per...

Mese negativo per...

...CHI DORME POCO

Da una ricerca dell'Università dell'Aquila è emerso che il cattivo sonno può influire sull'umore: un gruppo di volontari, dopo cinque notti di sonno limitato, si è dimostrato più propenso del normale ad avere reazioni di ripulsa davanti a immagini positive o neutre.

...I GUIDATORI MASCHI

L'Università di Westminster ha appurato che i guidatori maschi sono una minaccia più grave delle guidatrici donne per gli altri automobilisti. Il rischio posto dagli uomini al volante risulta infatti doppio rispetto a quello delle donne per ogni chilometro di strada percorso.

IL GRASSO BUONO CHE BRUCIA CALORIE AL FREDDO

Il tessuto adiposo bruno è meno comune di quello "bianco", ma riveste un interesse particolare negli studi sull'obesità perché brucia calorie per tenerci caldi quando la temperatura esterna scende, a differenza del tessuto adiposo bianco che invece conserva le calorie. Grazie alla tomografia a emissione di positroni (PET), ricercatori viennesi hanno identificato una serie di persone con tessuto bianco e tessuto bruno e scoperto che questi ultimi bruciano in media venti chilocalorie se esposti brevemente al freddo. "Ora dobbiamo studiare meglio il tessuto adiposo bruno umano", dice Florian Kiefer, dell'Università Medica di Vienna, coautore della ricerca, "per capire se può proteggerci dai disturbi metabolici e cardiovascolari".

ZOOLOGIA

Profumo di frutta per non andare "in bianco"!

A quanto pare i lemuri sanno bene che un po' di profumo può fare tutta la differenza quando si cerca di attirare qualcuno. Gli esemplari maschi di lemure catta (o lemure dalla coda ad anelli) secernono sostanze dal sentore di fiori o frutta da ghiandole poste sui polsi, che gli animali provvedono a strofinarsi sul pelo della coda per poi sventolarla davanti alle potenziali compagne.

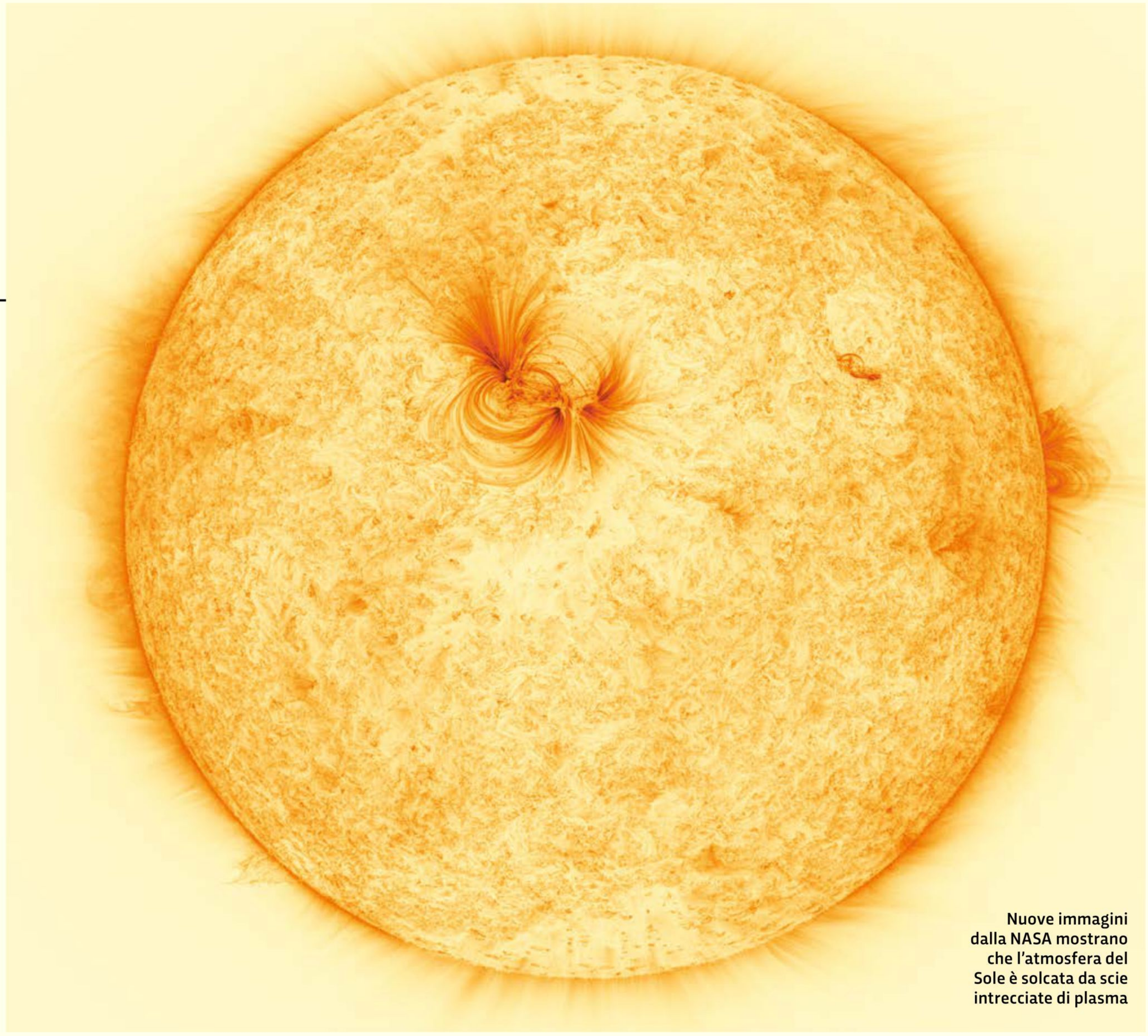
Ora i ricercatori hanno identificato le componenti che rendono l'"acqua di colonia" dei lemuri così attraente. I lemuri sono un gruppo di primati che vive esclusivamente in Madagascar. Sia i maschi sia le femmine di lemure catta possiedono queste ghiandole, che secernono un fluido di colore chiaro usato per lasciare tracce odorose utili a marcare il territorio e a sottolineare lo status sociale o riproduttivo dell'animale in questione. Tale comportamento è soprannominato "corteggiamento olfattivo".

Per questo studio un team di ricercatori ha monitorato alcuni lemuri residenti nel centro Scimmie del Giappone di Aichi e nell'Istituto di Ricerca sulla Biologia Evolutiva di Tokyo. Quando agli esemplari femmina sono stati presentati campioni di secrezioni odorose dei maschi prelevate dentro e fuori la stagione riproduttiva, le femmine hanno mostrato una maggiore preferenza per gli odori fruttati della stagione riproduttiva, e minore interesse per gli odori più aspri prodotti in altri momenti dell'anno.

"Le femmine hanno annusato gli effluvi fruttati per vari secondi più a lungo di quelli delle sostanze di controllo e qualche volta li hanno anche leccati", dice Kazushige Touhara, leader dello studio e biochimico presso l'Università di Tokyo. "Può sembrare una differenza molto piccola, ma in realtà è sufficiente a stimolare curiosità nei maschi".

Il team ha impiegato la gascromatografia-spettrometria di massa per analizzare la composizione chimica delle sostanze odorose e ha scoperto un'elevata presenza di tre composti chiamati aldeidi, la cui quantità aumenta con l'aumentare dei livelli di testosterone nei maschi che li producono. Le femmine tuttavia si mostrano interessate solo agli odori che contengono tutte e tre le aldeidi suddette, suggerendo che si tratti di feromoni sessuali dei lemuri, i primi che siano mai stati identificati in una specie di primati. Ora il team punta a capire se questi composti influenzino in maniera diretta il comportamento sessuale delle femmine, aumentando le probabilità di successo dei maschi con l'odore più intenso.

"Vieni ad annusarmi la coda"



Nuove immagini dalla NASA mostrano che l'atmosfera del Sole è solcata da scie intrecciate di plasma

CHIGUSA TANAKA/JAPAN MONKEY CENTRE, UCLAN/NASA, SCIENCE PHOTO LIBRARY

SISTEMA SOLARE

Il Sole come non l'avevamo mai visto prima

Immagini particolareggiate del Sole prodotte da un team dell'Università del Lancashire Centrale hanno rivelato che lo strato esterno è solcato da un intrico di sottilissimi fili magnetici pieni di gas a temperature altissime, nell'ordine dei milioni di gradi.

Le nuove dettagliatissime immagini sono state realizzate grazie al High Resolution Coronal Imager (Hi-C) della NASA, un telescopio astronomico unico al mondo portato nello Spazio con un razzo suborbitale. Questo apparecchio è capace di distinguere strutture molto piccole, anche solo di settanta chilometri di diametro: le immagini da esso realizzate hanno la migliore risoluzione mai ottenuta per quanto riguarda l'atmosfera solare.

Alcune parti di quest'ultima fino a oggi ci apparivano scure e quasi vuote, ma le nuove immagini ci hanno rivelato che contengono scie di plasma (gas elettrificato ad altissima temperatura) larghe anche cinquecento chilometri. Ora gli studi si concentreranno sul capire come si formano e in che modo si collegano alle eruzioni solari e alle tempeste solari, fenomeni che possono influenzare anche la vita sulla Terra.

"Fino a oggi gli astronomi solari avevano guardato la stella più vicina a noi in termini di 'definizione standard'", spiega Robert Wals, leader del team Hi-C. "Ma l'eccezionale qualità dei nuovi dati 'ad alta definizione' ci ha permesso di studiare parti del Sole come non le avevamo mai viste prima. Si tratta di una scoperta affascinante che migliorerà la nostra comprensione dei movimenti dei flussi di energia negli strati dell'atmosfera solare e fino alla Terra".

QUANDO L'UOMO AIUTA LA NATURA

Un tempo la gru era così comune nelle Isole Britanniche che i cuochi di corte di re Enrico III ne cucinarono 115 esemplari per i festeggiamenti di Natale del 1251. Tuttavia una combinazione di caccia eccessiva e riduzione dei terreni paludosi aveva portato questo uccello vicino all'estinzione nel Diciassettesimo secolo. Nel 1979 alcune gru selvatiche sono ritornate nel Norfolk e i gruppi di tutela ambientale si sono attivati per aiutarle. Nel 2010 venne fondato il Great Crane Project, che vede collaborare l'RSPB, il Wildfowl & Wetlands Trust e il Pensthorpe Conservation Trust allo scopo di ampliare gli habitat già esistenti per questi uccelli e allevare nuovi esemplari per poi liberarli. Da una ricerca del 2019 è emerso che gli sforzi hanno avuto successo: la popolazione di gru della Gran Bretagna ha raggiunto le 56 coppie, che sono riuscite ad allevare 26 piccoli in perfetta salute. Oggi la popolazione complessiva è di oltre 200 esemplari, un nuovo record.

Cosa hanno fatto?

L'analisi genetica dei ratti di città di Stati Uniti e Cina

Che cosa hanno fatto?
Ricercatori della Columbia University hanno catturato ventinove ratti bruni da Manhattan e hanno confrontato il loro DNA con quello di nove ratti della stessa specie presi dalla provincia di Heilongjiang, in Cina, dove si pensa che la specie si sia originata.

Che cosa hanno scoperto?
Sono emerse decine di alterazioni nei geni dei ratti, relative a dieta, movimento e comportamento. Il fenomeno è noto come *selective sweep* ("spazzata selettiva") e avviene anche negli esseri umani.

Perché lo hanno fatto?
È già noto che in ambienti diversi i ratti manifestano comportamenti differenti: per esempio i ratti di New York mangiano hot dog e pizza esattamente come i loro "vicini" umani. Il team tuttavia voleva appurare se i ratti sono semplicemente dei "campioni di opportunismo" capaci di insediarsi ovunque o se si sono adattati a un più profondo livello genetico con il passare degli anni.

NEUROSCIENZE

Scimpanzé e macachi ci raccontano le origini del linguaggio umano

Le radici del linguaggio umano oggi vengono fatte risalire a venticinque milioni di anni fa, ossia sono venti milioni più antiche di quanto si stimasse prima.

La scoperta è stata fatta da ricercatori attivi in Gran Bretagna, Stati Uniti e Germania, che hanno studiato una connessione del cervello umano chiamata fascicolo arcuato, detta anche "autostrada del linguaggio". Si tratta infatti di un fascio di fibre nervose che connettono tra loro aree cerebrali fondamentali nel processare il linguaggio. Se queste fibre o le regioni da esse collegate subiscono lesioni – per esempio per un ictus o a causa della demenza senile – la capacità della persona in questione di produrre o comprendere il linguaggio può risultare compromessa.

Si sapeva già in passato che anche gli scimpanzé possiedono una loro versione del fascicolo, il che ha fatto supporre che un precursore di questa struttura potesse essere emerso cinque milioni di anni fa, quando la nostra specie e la loro si separarono dai nostri antenati comuni. Ma la nuova ricerca ha spostato la data molto più indietro.

Lo studio ha messo a confronto scansioni cerebrali umane, di scimpanzé e di macaco reso, scoprendo che tutte e tre le specie di primati condividono un segmento del fascicolo che collega la corteccia uditiva (sezione del cervello che processa i suoni recepiti dall'udito) con alcune regioni del lobo frontale deputate a processare il linguaggio nell'essere umano. Ciò sembrerebbe suggerire che il fascicolo è emerso

venticinque milioni di anni fa, all'epoca dell'antenato comune di umani e macachi, e i ricercatori ora ipotizzano che la sua origine potrebbe essere persino più remota.

"È stato un po' come scoprire il fossile di un antenato perduto", dice Chris Petkov dell'Università di Newcastle, che ha guidato lo studio. "Siamo rimasti sbalorditi nel constatare la presenza di una versione del fascicolo arcuato nel sistema uditivo dei primati non umani".

Ricostruire le origini della capacità umana di articolare linguaggio è tutt'altro che semplice, perché le strutture ossee fossilizzano e permettono ai paleontologi di farsi un'idea di che aspetto avevano e di come vivevano i nostri antenati, ma il cervello non fossilizza. Per provare a comprendere qualcosa della mente dei primati antichi, i neuroscienziati possono solo scannerizzare il cervello di primati viventi e confrontarlo con quello umano. Sono loro a raccontarci come abbiamo imparato a parlare.

Si potrebbero addestrare i cani a percepire la COVID-19 nei pazienti asintomatici

EPIDEMIOLOGIA

I cani potrebbero aiutarci nella battaglia contro la COVID-19

L'ente benefico Medical Detection Dogs sta cercando di appurare se il miglior amico dell'uomo sia in grado di annusare la presenza della COVID-19 e aiutare quindi a prevenire la sua diffusione. Finora è stata pubblicata una dozzina di articoli scientifici peer-reviewed a sostegno della teoria che ogni malattia abbia un odore distinto, e gli scienziati di Medical Detection Dogs non hanno motivo di credere che la COVID-19 faccia eccezione.

Adesso l'ente sta collaborando con la Scuola di Igiene e Medicina Tropicale di Londra e l'Università di Durham – lo stesso team che ha dimostrato che i cani possono annusare la presenza della malaria – alla preparazione di un iter di addestramento intensivo per cani, che potrebbe fornire nuove diagnosi rapide e non invasive per i portatori asintomatici. I primi animali potrebbero essere pronti già in sei settimane. L'addestramento sarebbe simile a quello che l'ente ha già usato con successo per abituare i cani a scovare il cancro, il Parkinson e le infezioni batteriche: i cani annusano dei campioni in sale apposite e poi vengono incoraggiati a indicare quando sentono di nuovo l'odore della malattia. Essendo in grado di rilevare anche lievi cambiamenti nella temperatura della pelle, un cane può potenzialmente individuare anche una persona con la febbre.

Una volta addestrati, i cani si potrebbero impiegare per fermare le persone infette alla frontiera o per individuarle in altri spazi pubblici.

"In linea di principio siamo già sicuri che i cani possano sentire la COVID-19", dice Claire Guest, amministratrice delegata e co-fondatrice di Medical Detection Dogs. "Ora stiamo cercando di capire come isolare senza pericolo l'odore del virus dai pazienti e presentarlo agli animali".

"L'obiettivo è fare in modo che un cane possa identificare qualunque genere di paziente, anche quelli asintomatici, e indicarci chi debba essere testato in cerca dell'infezione. Sarebbe un sistema rapido, efficace e non invasivo, e permetterebbe di mettere in campo le limitate risorse del Servizio Sanitario Nazionale solo nei casi veramente necessari".

GETTY IMAGES X2, ALAMY ILLUSTRATION: JOE WALDRON

Dr Dejan Stojkovic professore di cosmologia

Orizzonti

C'è un wormhole nascosto al centro della Via Lattea?

Molti pensano che i wormhole esistano solo nella fantascienza, ma alcuni astronomi ritengono che questi fenomeni possano essere reali. Per verificarlo, un gruppo di ricercatori cinesi e statunitensi sta osservando oggetti vicini a Sagittarius A*, il buco nero supermassiccio al centro della nostra Via Lattea. L'obiettivo è scoprire se il buco nero possa in realtà essere un wormhole. Dejan Stojkovic, dell'Università di Buffalo, nello stato di New York, è uno dei ricercatori che se ne sta occupando

A CHE COS'È UN WORMHOLE?

Un wormhole è un oggetto che collega due parti distanti dello stesso universo o addirittura due universi distinti. È un oggetto ipotetico che finora non è mai stato osservato, ma costituisce una soluzione corretta alle equazioni di Einstein. Come tale, ci sono buone possibilità che si verifichi da qualche parte in natura.

COME HA COMINCIATO A INTERESSARSI AI WORMHOLE?

Nella mia ricerca presto attenzione soprattutto a problemi interessanti ai confini delle nostre conoscenze. I wormhole rientrano sicuramente in questa descrizione.

CI PUÒ SPIEGARE LA VOSTRA NUOVA TECNICA PER TROVARLI?

Un wormhole attraversabile consente alle particelle e ai campi di percorrerlo. Le perturbazioni gravitazionali causate da oggetti enormi dall'altra parte del wormhole influenzerebbero il movimento degli oggetti, come per esempio le stelle, dalla nostra parte. Abbiamo calcolato queste perturbazioni e le abbiamo applicate al moto delle stelle che osserviamo intorno al centro della Via Lattea [dove si trova il buco nero supermassiccio Sagittarius A*].

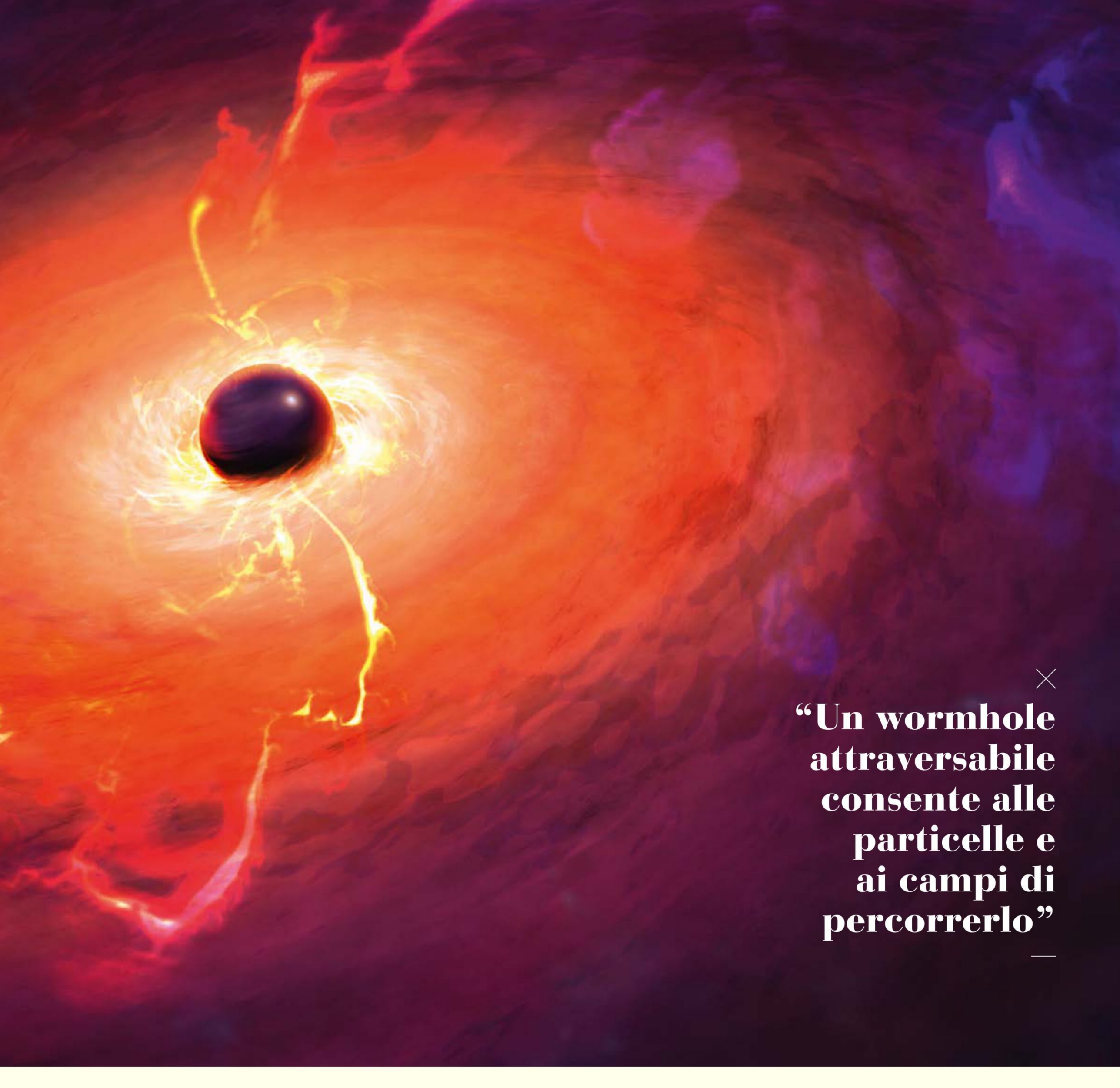
IN CHE MODO LO STUDIO DELLE STELLE ATTORNO A UN BUCO NERO AIUTA A DETERMINARE SE C'È UN WORMHOLE?

Un buco nero ha un punto di non ritorno, chiamato "orizzonte degli eventi", e al centro una cosiddetta "singolarità" [un punto di densità infinita]. Un wormhole invece non ha singolarità e consente un viaggio ininterrotto da un'estremità all'altra. Dal momento che non possiamo inviare sonde o veicoli spaziali attraverso un wormhole o un buco nero per vedere la differenza, l'unico modo per distinguerli è osservare il movimento degli oggetti che li circondano.

NELLE VOSTRE RICERCHE SUI WORMHOLE AVETE STUDIATO LA STELLA S2, IN ORBITA ATTORNO A SAGITTARIUS A*. PERCHÉ AVETE

Il buco nero al centro della Via Lattea potrebbe essere in realtà un wormhole? I ricercatori stanno cercando di scoprirlo

GETTY IMAGES



“Un wormhole attraversabile consente alle particelle e ai campi di percorrerlo”

SCELTO QUESTA STELLA?
È la stella su cui si sa di più fra quelle in orbita attorno a ciò che dovrebbe essere un buco nero supermassiccio al centro della galassia. Conosciamo il movimento e l’orbita di S2 con grande precisione. Le deviazioni dall’orbita attesa potrebbero indicare che l’oggetto centrale supermassiccio possa essere qualcosa di esotico come un wormhole.

COME FA UN WORMHOLE A RIMANERE APERTO?
Serve una forma di gravità repulsiva per impedirne il collasso: una qualche forma esotica di densità di energia negativa oppure una complessa configurazione con lo stesso effetto, respingere anziché attrarre.

QUAL È IL PROSSIMO PASSO DELLE VOSTRE RICERCHE?
Le perturbazioni gravitazionali di S2 potrebbero essere causate da altri oggetti invisibili dalla nostra parte, come per esempio piccoli buchi neri. Se si osserveranno deviazioni, dovremo fare una modellazione più dettagliata per individuare la fonte delle perturbazioni, ed è proprio ciò su cui ci stiamo concentrando ora. Mi aspetto che entro una decina d’anni avremo la precisione necessaria per escludere lo scenario che immagina un wormhole al centro della galassia. Ciò, tuttavia, non ne escluderebbe l’esistenza in altri punti dell’Universo. Le stesse tecniche che abbiamo proposto si possono applicare a qualsiasi altro buco nero e sistema stellare binario. ■

DEJAN STOJKOVIC *è professore di cosmologia all’Università di Buffalo, New York. Intervistato dalla divulgatrice scientifica* ***Abigail Beall.***

NATURA

La scienza ha identificato 71 NUOVE SPECIE

Nel 2019 l'Accademia delle Scienze della California ha scoperto e descritto decine di nuove specie animali, trovate in tutti e cinque i continenti e in tre oceani. Ecco alcune delle più interessanti nuove aggiunte all'Albero della Vita

1

2

LUIZ ROCHA/MARK ERDMANN/ISHAN AGARWAL/TERRY GOSLINER/DURRELL UBICK/CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES

1. Questa specie di lucertola (*Cordylus phonolithos*) è stata scoperta nella Serra da Neve Inselberg, provincia di Namibe, nell'Angola sudoccidentale
2. Questa spettacolare specie di lumaca di mare (*Janolus tricellariodes*) è stata scoperta nelle Filippine
3. Questa specie di opilionide (*Lola konavoka*) si è adattata a vivere nell'oscurità delle caverne. È stata scoperta in Croazia ed è già a rischio di estinzione
4. Questa specie di pesce cardinale (*Siphamia arnazae*), scoperta in Papua Nuova Guinea, ha enormi occhi simili a quelli di un gatto
5. Questo pesce dai colori scintillanti (*Cirrhilabrus wakanda*), scoperto a sessanta metri di profondità al largo di Zanzibar (Tanzania), ha ricevuto il nome di "labride vibranio" dal metallo immaginario usato nell'Universo Marvel per fabbricare lo scudo di Capitan America e l'armatura di Pantera Nera. Anche il suo nome latino fa riferimento al paese immaginario di Wakanda, patria di Pantera Nera.

IL DIBATTITO

RICONOSCIMENTO FACCIALE DAL VIVO: COME VIENE USATO?

Alcuni paesi europei hanno iniziato i test sull'impiego delle nuove tecnologie di riconoscimento facciale. E le polemiche non sono mancate. Vediamo perché

Testi: **SARA RIGBY**

CHE COS'È?

Il riconoscimento facciale dal vivo (LFR, *Live Facial Recognition*), chiamato anche riconoscimento facciale automatico, è in grado di identificare una persona in un filmato in tempo reale usando come riferimento una serie di sue fotografie. Per impiegarlo in pubblico si punta una telecamera su una folla e il software confronta ogni volto del filmato con quelli presenti nel proprio database.

COME FUNZIONA?

Il software individua nel filmato i vari volti, poi mappa ciascuno di essi misurando tratti come la distanza tra gli occhi e la lunghezza della mascella: in questo modo per ogni viso si produce un insieme unico di dati biometrici, che viene confrontato con un database contenente i volti delle persone da identificare (nel caso della polizia, persone con precedenti penali). Se il

Come si vede in questa grafica, un sistema di riconoscimento facciale dal vivo può identificare i volti in una folla e misurare i loro lineamenti

“I volti non riconosciuti vengono cancellati immediatamente, quelli riconosciuti vengono cancellati dopo trenta giorni”

sistema giudica che un volto è sufficientemente simile a uno presente nel database, segnala il riconoscimento. Il database di confronto è generalmente formato da fotografie di individui ricercati dalle autorità. Ogni volta che il sistema riconosce un volto, presenta sia l’immagine nel video sia la foto del database: in questo modo i poliziotti possono osservarle entrambe e decidere se fermare o no la persona in questione. I volti non riconosciuti vengono cancellati immediatamente, quelli riconosciuti vengono cancellati dopo trenta giorni.

In alcuni paesi sono in uso anche altri sistemi di riconoscimento facciale. Nel 2004 l’UE ha cominciato a incorporare dati biometrici nei suoi passaporti elettronici, riconoscibili dal piccolo logo dorato a forma di telecamera sulla copertina: in Gran Bretagna sono disponibili dal 2006, e il microchip inserito nella copertina contiene sia la fotografia sia i dati personali del titolare del documento. In molti aeroporti britannici ed europei e in tutti i terminal Eurostar di Parigi e Bruxelles i passeggeri ora sono identificati tramite il sistema di riconoscimento facciale dei loro passaporti ai cancelli per l’immigrazione. Il sistema è stato impiegato anche in tre carceri per tentare di fermare il traffico di droga: nella prigione britannica di Hull si è assistito a una diminuzione del 40 per cento nel volume dei visitatori durante il periodo di prova, al punto che un portavoce del Ministero della giustizia lo ha definito un deterrente efficace.

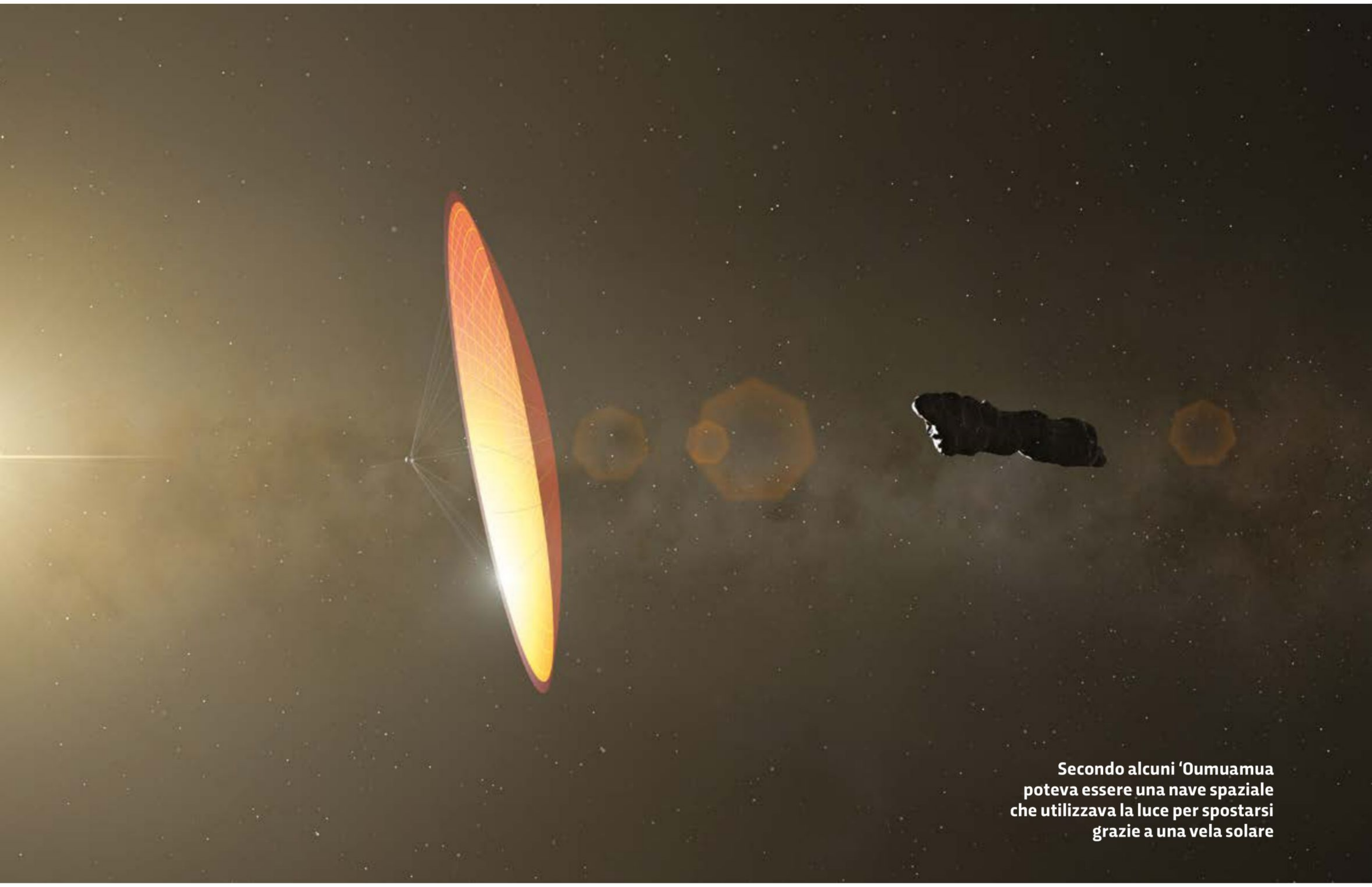
Un altro sistema sviluppato da Amazon, Rekognition, è stato testato da varie forze dell’ordine degli Stati Uniti, tra cui il Dipartimento di Polizia della Florida e l’Ufficio dello Sceriffo della Contea di Washington in Oregon, ma il primo dei due ha abbandonato il progetto dopo quindici mesi di tentativi infruttuosi. Anche l’FBI e l’ICE (Immigration and Customs Enforcement) hanno impiegato questa tecnologia per identificare immigrati clandestini partendo dalle fotografie sulle loro patenti di guida.

Telecamere della polizia installate per un test a Essex all’inizio dell’anno, allo scopo di riprendere i volti delle persone e confrontarli con un apposito database

ALAMY, GETTY IMAGES

QUANTO È EFFICACE?

Tra le questioni sollevate dalle sperimentazione c’è quella dell’efficacia della nuova tecnologia. Per esempio durante la finale della Champions League del 2017, a Cardiff, in Gran Bretagna, il sistema ha rilevato 2.470 corrispondenze con il database della polizia, ma solo 173 erano identificazioni corrette: il sistema avrebbe dunque un tasso di successo dell’8 per cento appena. Nel 2015 il Ministero degli Interni britannico ha testato il sistema del Database Nazionale della Polizia e constatato che il suo tasso di efficacia era la metà di quello degli operatori umani. Ed esiste anche uno studio dell’Università dell’Essex secondo cui l’LFR del MET (London Metropolitan Police) funziona solo il 19 per cento delle volte. I sistemi di riconoscimento facciale corrono persino il rischio di sviluppare veri e propri pregiudizi: se il database sul quale avviene il loro “addestramento” è composto in prevalenza da maschi bianchi, diventeranno molto più bravi a riconoscere correttamente i volti di maschi bianchi, e di conseguenza aumenterà il rischio che donne e minoranze etniche vengano identificate erroneamente. Un documento del MIT del 2019 attesta che Rekognition, il sistema di Amazon, riconosce gli uomini dalla pelle chiara con un margine di errore dello 0 per cento, ma per le donne dalla pelle scura il margine sale al 30 per cento.



Secondo alcuni ‘Oumuamua poteva essere una nave spaziale che utilizzava la luce per spostarsi grazie a una vela solare

L’ANALISI

‘OUMUAMUA: PERCHÉ ABBIAMO PENSATO CHE SI TRATTASSE DI ALIENI?

Ricerche recenti hanno dimostrato che il nostro primo ospite interstellare è di origine naturale. Dunque perché si era ipotizzato che potesse essere una nave spaziale aliena?

Gli astronomi hanno individuato ‘Oumuamua nell’ottobre del 2017, quando stava già lasciando il Sistema Solare, e hanno cercare rapidamente di carpire i suoi segreti prima che finisse fuori dalla nostra vista. Si trattava del primo oggetto proveniente dall’esterno del Sistema Solare mai scoperto, e sulle prime ci siamo domandati se potesse essere una cometa, un asteroide o persino una nave spaziale aliena. Poco dopo, il progetto “Breakthrough Listen” dell’Istituto SETI (*Search for ExtraTerrestrial Intelligence*) ha annunciato la sua intenzione di esaminare l’oggetto in cerca di segnali radio che potessero tradire la presenza di intelligenze aliene, ma non si è trovato nulla di simile. Oggi, un anno e mezzo dopo, un articolo scientifico intitolato *La storia naturale di ‘Oumuamua* pianta l’ultimo chiodo sulla bara dell’ipotesi sull’origine aliena: “Da tutte le osservazioni effettuate finora”, dice Michele Bannister, tra gli autori del documento, “emerge che si tratta con ogni probabilità di un oggetto naturale”.

Eppure l’idea che gli alieni stessero attraversando il Sistema Solare ha resistito sorprendentemente a lungo, soprattutto perché ‘Oumuamua era diverso da qualunque altra cosa avessimo mai osservato in passato. Tanto per cominciare, la sua luminosità variava di un fattore di dieci, come una sorta di scintillio al rallentatore: ciò suggeriva che potesse avere una forma “a sigaro”, con una lunghezza dieci volte maggiore della larghezza, e che riflettesse più o meno luce a seconda del lato su cui era girato. Questa è diventata la sua forma più tipica nelle raffigurazioni, ma in realtà non sappiamo

GETTY IMAGES X2

che aspetto avesse realmente: nemmeno i nostri telescopi più potenti hanno potuto mostrarcelo come qualcosa di diverso da un puntino di luce. Una luminosità di quel tipo avrebbe potuto essere prodotta anche da una forma "a frittella". In ogni caso nessuna cometa o asteroide del Sistema Solare ha mai avuto un simile rapporto lunghezza-larghezza.

Nel breve periodo in cui è stato visibile nei nostri telescopi, gli astronomi si sono interrogati sulla sua identità: sembrava un asteroide e non presentava nessuna di quelle emissioni gassose che formano la coda delle comete quando il Sole fa evaporare il ghiaccio sulla loro superficie, ma poi lo abbiamo visto accelerare fino a uscire dal Sistema Solare a una velocità tale che non sembrava giustificabile dalla sola forza di gravità. Tra le spiegazioni proposte per questa anomalia c'è quella della collisione con un altro oggetto, o una combinazione di magnetismo ed effetti dei venti solari, ma la più fantasiosa resta quella che si trattasse di una nave spaziale aliena.

In un articolo pubblicato dall'*Astrophysical Journal Letters*, Shmuel Bialy e Abraham Loeb dell'Università di Harvard suggerivano che 'Oumuamua potesse essere una vela solare di origine aliena. Così come la vela di una nave si gonfia per il vento, ossia per l'impatto di un immenso quantitativo di molecole d'aria, allo stesso modo l'impatto dei fotoni della luce stellare su una gigantesca, sottilissima, vela solare potrebbe ipoteticamente fornire l'energia necessaria a far muovere una nave spaziale. La teoria avrebbe però un problema fondamentale, ossia quel movimento rotatorio che ci ha

"La prossima volta che 'Oumuamua passerà da qui, potrebbe trovare una navicella spaziale che lo aspetta per visitarlo"

Le insolite variazioni nella luminosità di 'Oumuamua fanno pensare che l'oggetto possa essere a forma di sigaro o di frittella

suggerito fin da principio la forma di questo oggetto: per funzionare, una vela solare dovrebbe puntare direttamente verso il Sole, e "questa ipotesi non si accorda con i nostri dati", dice Bannister. Dunque il motivo dell'accelerazione anomala rimane sconosciuto.

Ma quindi, se 'Oumuamua non era una nave spaziale aliena, di cosa si trattava? Secondo Bannister, tutte le prove porterebbero a pensare che sia un planetesimo: "Parliamo del piccolo blocco di roccia che sta alla base della formazione dei pianeti, che ha iniziato la sua vita nell'orbita di un'altra stella ed è arrivato fino a noi".

Anche se 'Oumuamua è fenomeno puramente naturale, la possibilità di studiare qualcosa che non proviene dal Sistema Solare rimane emozionante. "Sotto molti aspetti", assicura Bannister, "per chi studia la nascita e l'evoluzione dei sistemi solari è stato un momento paragonabile alla scoperta delle onde gravitazionali".

E il meglio deve ancora venire: potremo studiare in maggior dettaglio il prossimo visitatore che giungerà da un'altra stella dopo il lancio della missione Comet Interceptor dell'Agenzia Spaziale Europea nel 2028, che si "parcheggerà" lontano dalla Terra e attenderà il passaggio di altri oggetti interstellari. "La prossima volta che 'Oumuamua passerà da qui", conclude "potrebbe trovare una navicella spaziale che lo aspetta per visitarlo. L'idea è assai emozionante: sarà interessantissimo". ■

SARA RIGBY *è assistente on line per* BBC Science Focus. *Ha un dottorato in Fisica matematica.*

TIMELINE

9.9.17 'Oumuamua arriva al punto più vicino al Sole nel suo percorso: 38 milioni di chilometri.

19.10.17 'Oumuamua viene scoperto dal telescopio Pan-STARRS1 alle Hawaii

20.11.17 Un articolo pubblicato dall'American Astronomical Society conferma che 'Oumuamua proviene da un altro sistema solare

2.1.18 Il Telescopio Spaziale Hubble osserva per l'ultima volta 'Oumuamua prima della sua uscita dal nostro raggio di percezione

LE GEMME NASCOSTE DI HUBBLE

Nei trent'anni che sono passati da quando è stato lanciato, il telescopio spaziale Hubble ha rivelato le meraviglie dell'Universo accumulando un repertorio di alcune delle più splendide immagini del Cosmo

TESTI: ELIZABETH PEARSON
IMMAGINI: NASA/HUBBLE SPACE TELESCOPE HERITAGE TEAM

SOLLEVARE IL VELO

←

NEBULOSA VELO

Le stelle che concludono l'esistenza in modo violento ed esplodono in una supernova spesso lasciano una traccia: una nuvola di gas dai colori vivaci, il cosiddetto resto di supernova. La nebulosa Velo è uno di questi resti e si estende per oltre 110 anni luce. Hubble diede una prima occhiata alla nebulosa Velo nel 1997, per poi tornare a osservarla nel 2015, quando è stata scattata questa immagine. Nel frattempo gli astronauti avevano visitato Hubble usando lo Space Shuttle, migliorando per la seconda volta la fotocamera principale per il campo ampio e l'osservazione di pianeti. L'aumento della risoluzione ha rivelato i delicati filamenti di gas della nebulosa in modo molto più dettagliato. Si ritiene che la supernova sia esplosa appena 8000 anni fa (praticamente ieri, in termini astronomici) e sia tuttora in espansione. Nei 18 anni tra la prima e la seconda osservazione la nebulosa è cresciuta di dimensioni. È stato possibile rilevare questi cambiamenti, una cosa che ci ha aiutato a capire come si evolvono le nebulose di questo tipo.

ATTRAVERSO LA POLVERE

←

PISMIS 24

Pismis 24 è solo uno fra gli ammassi di stelle di una grande nebulosa, NGC 6357. L'intera regione ospita molte stelle giovani che si stanno formando, dette protostelle; crescono in fitte nuvole di polvere e sono quindi nascoste ai telescopi che osservano l'Universo solo sulle lunghezze d'onda visibili.
"Hubble si può usare per osservazioni negli ultravioletti, nello spettro visibile e in parte negli infrarossi. Queste capacità pancromatiche sono utilissime per studiare una gran varietà di oggetti, dall'attività del Sistema Solare alle galassie distanti", spiega Jennifer Wiseman, ricercatrice senior del telescopio spaziale Hubble. Qui Hubble è riuscito a guardare attraverso la polvere, creando una finestra su un vivaio di stelle neonate. Si pensava che la massa della stella più luminosa dell'ammasso, Pismis 24-1, fosse circa 300 volte quella del Sole; sarebbe così stata la più pesante della galassia. Hubble la colloca invece alla ben più modesta misura di 100 masse solari.

ONDA D'URTO STELLARE

↓

NEBULOSA BOLLA

Nota anche come NGC 7635, la nebulosa Bolla è stata creata da una stella, con circa 45 volte la massa del nostro Sole, che emetteva gas, il cosiddetto vento stellare. Il gas si muove a circa 6,5 milioni di chilometri all'ora e, con l'espandersi della nuvola risultante, colpisce il mezzo interstellare circostante, cioè il gas che riempie lo spazio tra le stelle, creando un'onda d'urto. L'onda che avanza fa sì che le regioni attraversate si riscaldino e si illuminino, producendo la bolla luminosa che dà il nome a questa nebulosa.
La bolla è però asimmetrica, con la stella situata in alto a sinistra. Da quella parte il mezzo interstellare è molto più freddo, e quindi più denso, il che rende più difficile l'espansione del gas in questa direzione.

PROPULSIONE A GETTO

GETTO DI HERBIG-HARO

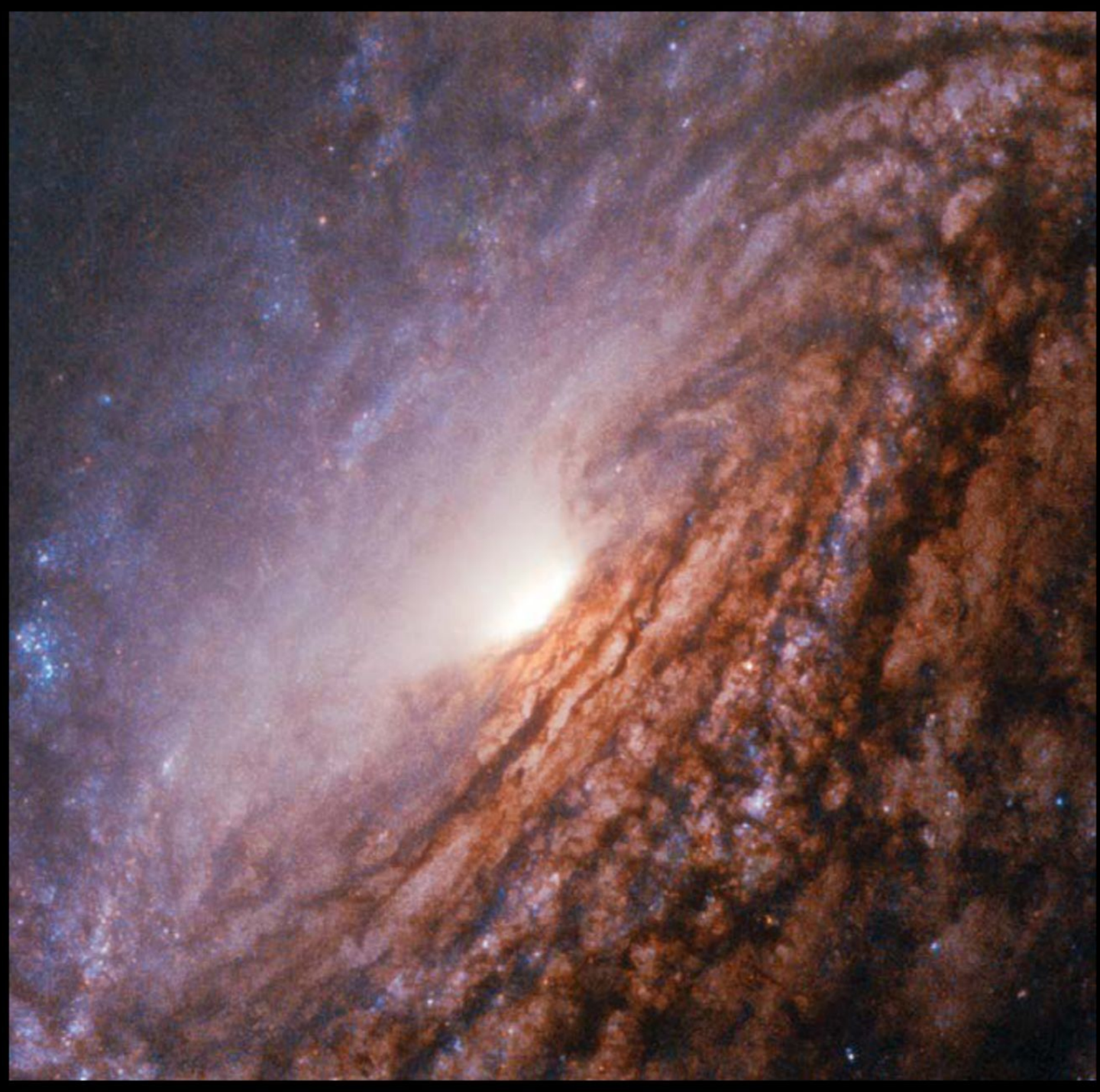
Qui vediamo un getto di Herbig-Haro che sgorga da alcune stelle appena nate. Dopo la formazione di una stella, di solito le rimane attorno un disco di gas e polvere. Per via delle interazioni complesse tra questo disco e il campo magnetico della stella, parte del gas finisce per essere espulso a velocità incredibilmente elevate. L'onda d'urto del gas che sfreccia nel mezzo interstellare crea un getto luminosissimo, come si vede qui.
Non solo l'alta precisione di Hubble ha rivelato questi getti in modo più dettagliato che mai, ma ha permesso di studiarli man mano che crescono. Via via che il getto si allontana, colpisce nuove zone di gas, facendole divampare con forza; poi svanisce per alcuni anni. Ciò ha permesso agli astronomi di farsi un'immagine del mezzo interstellare, solitamente invisibile.
"Trent'anni non sono molti, nell'ambito dell'astronomia", afferma Jennifer Lotz, direttrice del Gemini Observatory. "Ma ora abbiamo filmati che mostrano il materiale espulso da grandi stelle: ci forniscono nuovi modi per comprendere questi fenomeni, di gran lunga migliori di una semplice istantanea."

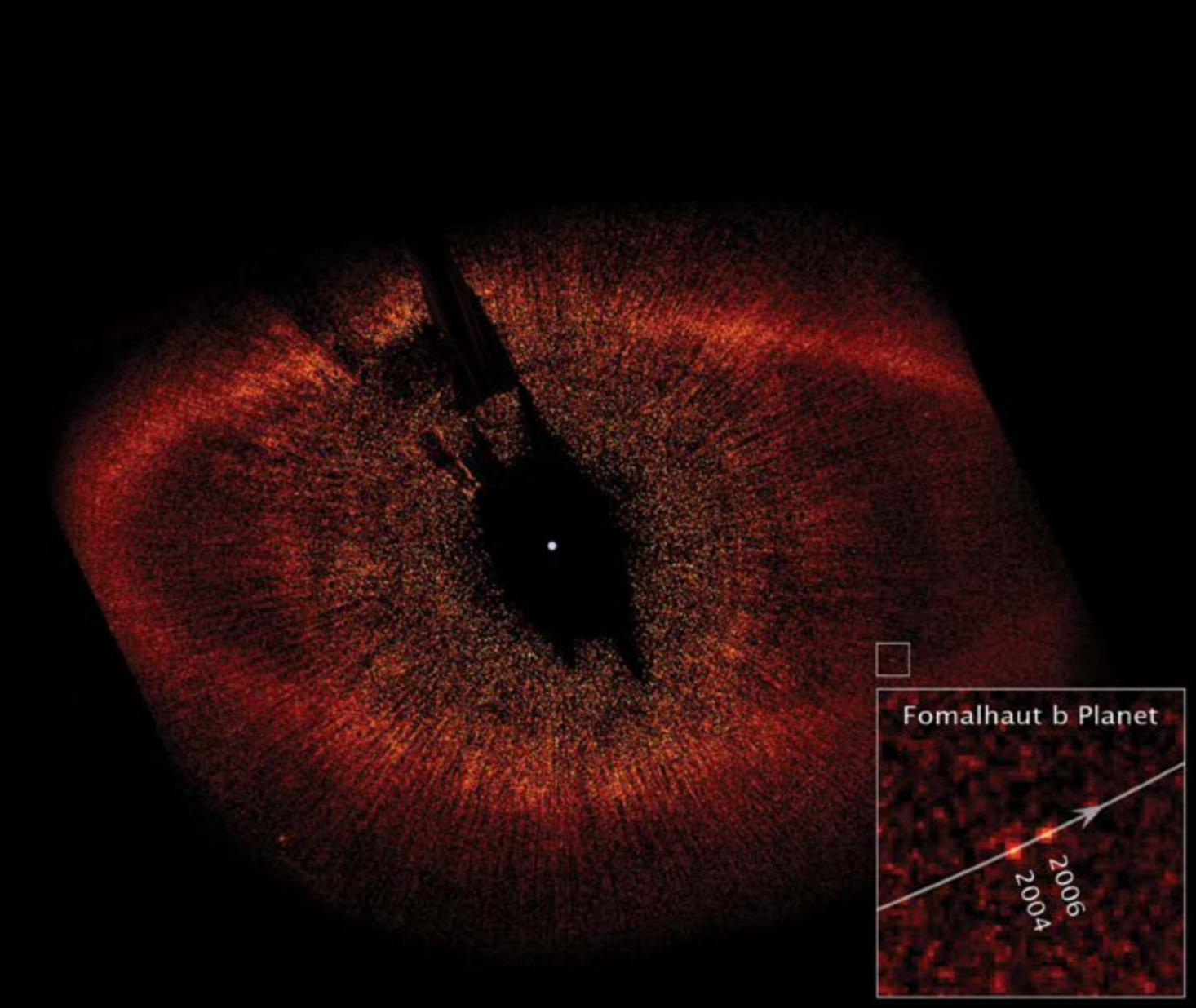
MATERIA CALDA

→

NGC 5033

La galassia a spirale NGC 5033 è molto simile alla nostra. Ha approssimativamente le stesse dimensioni – circa 100.000 anni luce di diametro – e al suo centro c'è un buco nero supermassiccio, con una massa che è da 10 milioni ad alcuni miliardi quella del Sole. A differenza della Via Lattea, però, il buco nero di NGC 5033 non è "docile": è circondato da un disco vorticoso di gas e polvere, che si muove così rapidamente da surriscaldarsi. Per questo motivo è luminosissimo e forma un cosiddetto nucleo galattico attivo. Nel corso degli anni Hubble ha individuato centinaia di buchi neri supermassicci osservando il movimento della polvere nei centri delle galassie. Se il materiale si muove rapidamente, deve esserci un buco nero che lo trattiene sul posto, altrimenti accelererebbe verso il resto della galassia. "Le osservazioni di Hubble dei centri di galassie più grandi hanno mostrato che ci sono buchi neri supermassicci nel nucleo di quasi tutte le galassie", afferma Lotz. "Attualmente riteniamo che questi buchi neri svolgano un ruolo fondamentale nel modellare le galassie."



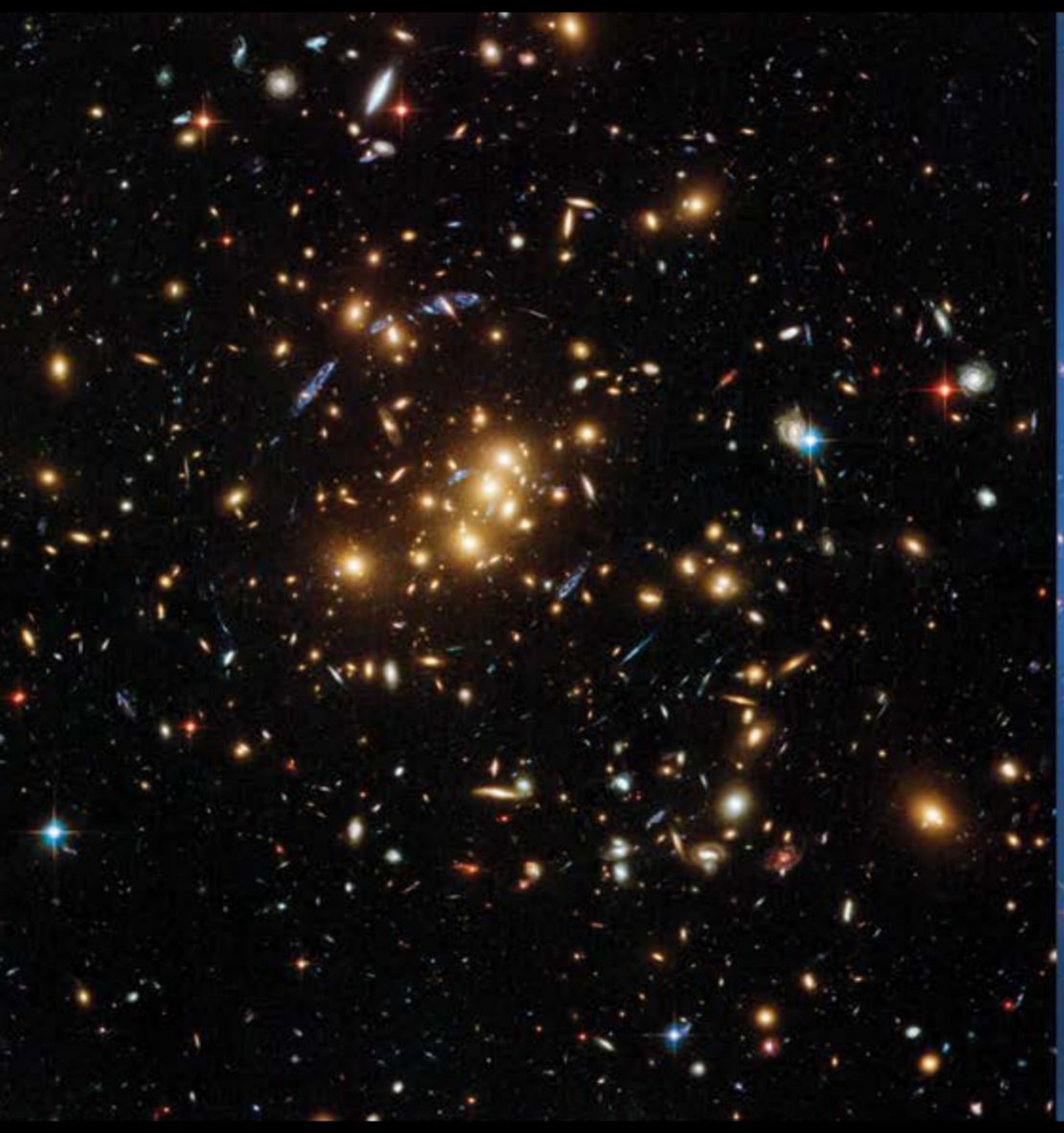


STELLA SOLITARIA

←

FOMALHAUT

Prima del lancio di Hubble, gli unici pianeti che conoscevamo erano quelli del nostro Sistema Solare. Oggi conosciamo migliaia di esopianeti in orbita attorno ad altre stelle.
"Hubble è stato in prima linea nello studio degli esopianeti", afferma Wiseman. "Non è lo strumento migliore per trovarli – ha un campo visivo troppo piccolo – ma quello per cui è utile sono le osservazioni dettagliatissime dopo la scoperta."
Un raro caso in cui è stato proprio Hubble a scoprire un pianeta è quello della stella Fomalhaut. L'astro è circondato da un anello di polvere che si estende per circa 20 miliardi di chilometri, una distanza tre volte maggiore dell'orbita di Plutone rispetto al Sole.
Anelli di questo tipo sono creati in genere da pianeti che trascinano la polvere in un'orbita specifica. Sperando di trovare questo corpo celeste, Hubble ha ripreso immagini ripetute da quel sistema nel corso di diversi anni.
Confrontando le foto, gli astronomi hanno trovato un punto luminoso che si muoveva lentamente attorno al disco. Era un pianeta: il primo mai visualizzato direttamente con la luce visibile.



INGRANDIMENTO COSMICO

↑

LENTI GRAVITAZIONALI

Gli ammassi di galassie sono tra gli oggetti più imponenti dell'Universo. Hanno una massa così elevata che deformano la struttura dello spaziotempo e la luce, passando vicino, viene deviata. Nelle giuste condizioni questa deviazione può agire come una lente, ingrandendo le galassie che si trovano miliardi di anni luce dietro un ammasso: è un fenomeno noto appunto come lente gravitazionale. Nell'immagine sopra a sinistra si possono vedere varie galassie azzurre ingrandite da questo effetto, per via del quale le vediamo distorte in forme ad arco. Queste immagini sono fondamentali per localizzare una delle sostanze più misteriose nell'Universo, la materia oscura. "La maggior parte della materia di un ammasso è materia oscura", spiega Wiseman. "Non sappiamo cosa sia la materia oscura, ma attraverso le osservazioni di Hubble delle lenti gravitazionali possiamo dire come è distribuita e la storia di come si è evoluta nella storia dell'Universo".
Avendo studiato la configurazione delle galassie distorte, gli astronomi hanno creato una mappa della materia oscura all'interno di questo ammasso, mostrata nell'immagine a destra, in azzurro.

GIGANTESCHI SCONTRI NELL'UNIVERSO

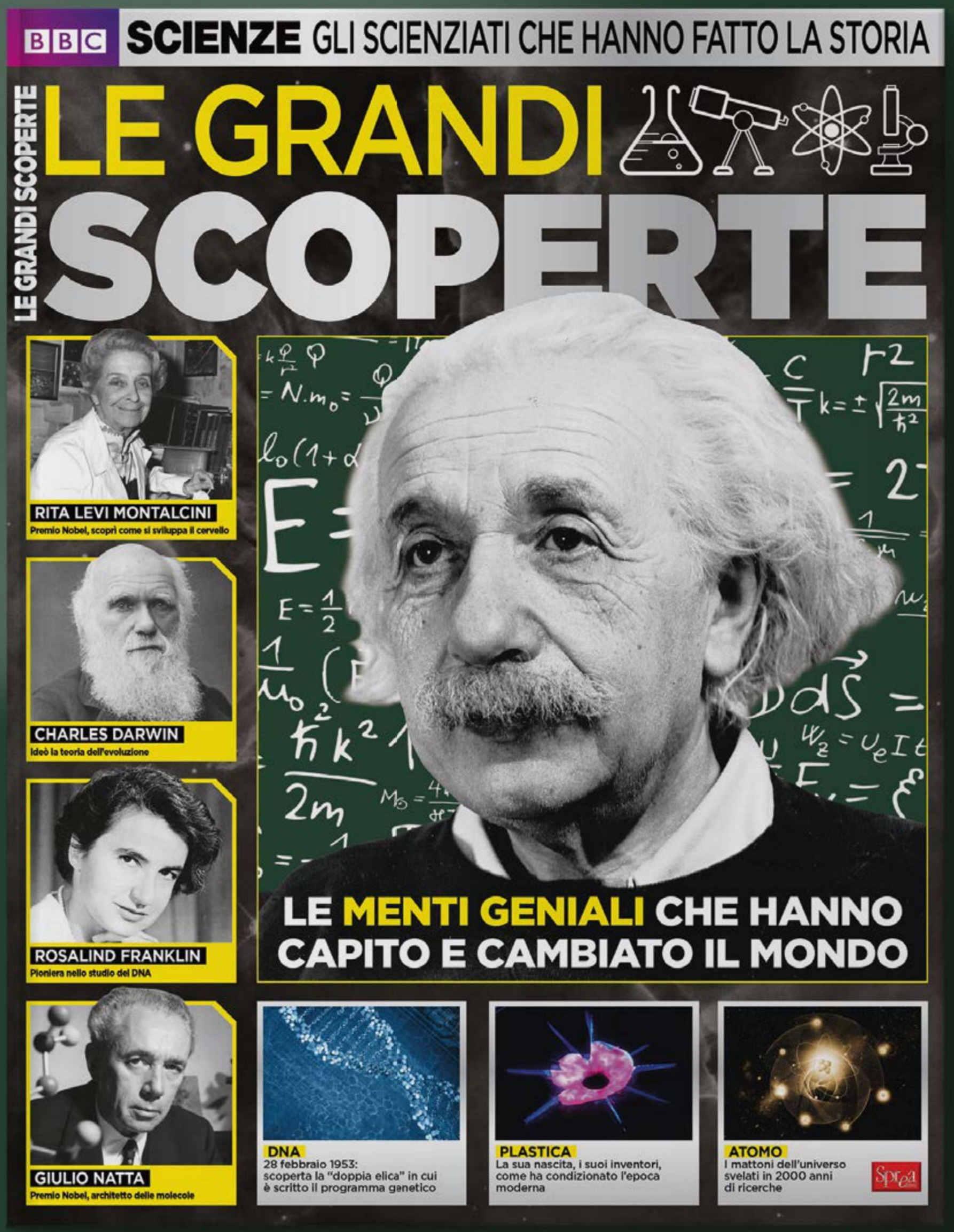
→

GALASSIE IN COLLISIONE

Si potrebbe pensare che una collisione fra due galassie sia pericolosa, o addirittura fatale, per gli oggetti coinvolti. In realtà, è il modo principale in cui crescono e si evolvono questi enormi insiemi di stelle. Quando si schiantano una contro l'altra, o anche solo se passano una vicino a un'altra, il caos risultante agita il gas al loro interno, creando nodi di materiale che formeranno vivai stellari.
Qui vediamo due galassie distinte che di recente sono passate sufficientemente vicine da deformare a vicenda i propri bracci a spirale. Le fotocamere a raggi ultravioletti di Hubble hanno individuato regioni in cui si stanno formando attivamente stelle calde e giovani. Sono i ciuffi azzurro chiaro raggruppati attorno ai bracci distorti delle galassie, dove l'interazione crea la maggior turbolenza.
La nitidezza e la capacità senza precedenti di Hubble di vedere nell'ultravioletto sono tra le differenze principali con gli apparecchi simili installati al suolo. L'atmosfera terrestre assorbe la maggior parte delle radiazioni ultraviolette che arrivano sul nostro Pianeta; quindi la visuale di Hubble da sopra l'atmosfera ci offre immagini uniche dell'Universo a queste lunghezze d'onda.

ELIZABETH PEARSON *(@EzzyP)*
Elizabeth è una divulgatrice specializzata in astronomia e redattrice della rivista BBC Sky At Night.

IN EDICOLA

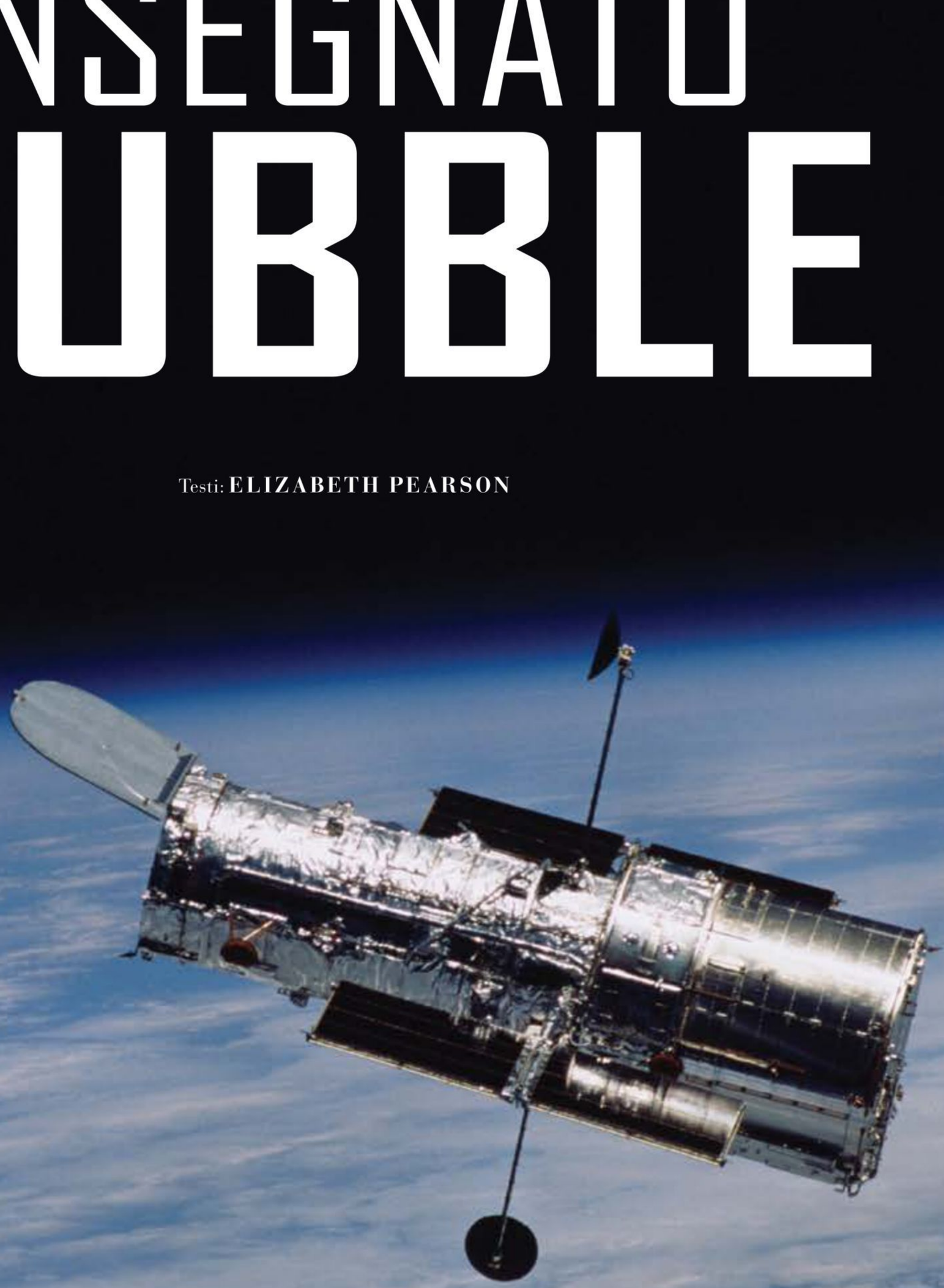


Scansiona il QR Code

Acquistala su www.sprea.it
anche in versione digitale

COSA CI HA INSEGNATO HUBBLE

Testi: **ELIZABETH PEARSON**



NASA

PRIMA PARTE

UNA NUOVA PROSPETTIVA SUI PIANETI

Hubble è stato lanciato nel 1990 e negli ultimi trent'anni ci ha fatto conoscere meglio il nostro Sistema Solare, i mondi al di là del nostro vicinato cosmico e persino lo spaziotempo che tiene insieme il tutto

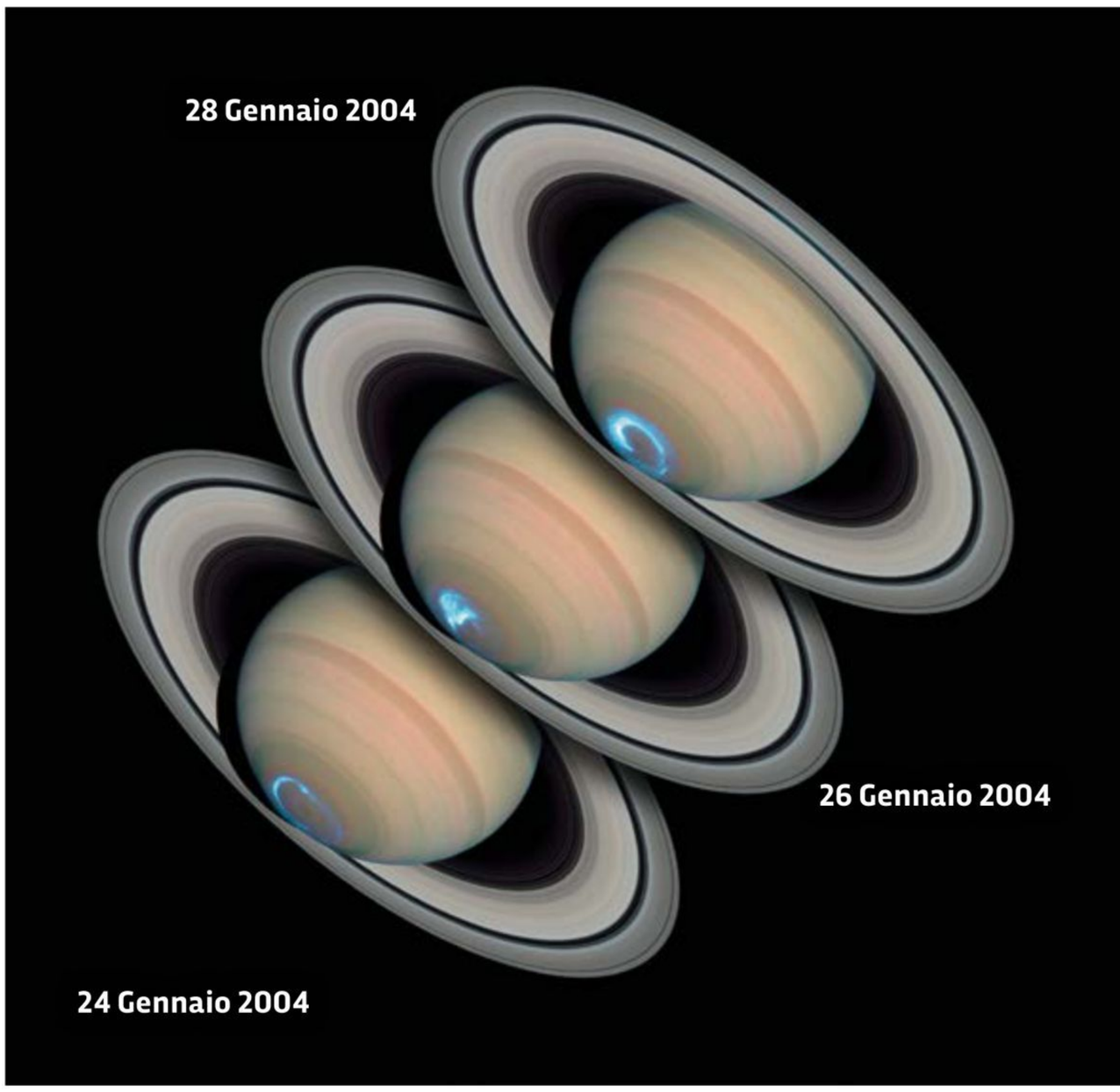
Il Sistema Solare è per noi una sorta di cortile cosmico e dovrebbe essere quindi una delle parti più conosciute del nostro "angolo" di Universo. Eppure, quando nel 1990 fu lanciato Hubble, il nostro quartiere planetario era ancora avvolto nel mistero. Alzando lo sguardo dalla Terra, l'atmosfera offusca la nostra visuale sugli altri pianeti e ci rende difficile vederne le caratteristiche. Al di sopra dell'aria turbolenta Hubble ha potuto osservare questi mondi con più agio e lo fa ormai da tre decenni.

Questa longevità è stata una delle maggiori risorse di Hubble e ha reso possibile lo studio dei modelli climatici e meteorologici stagionali sui nostri mondi fratelli, durante il loro viaggio intorno al Sole. Il team scientifico di Hubble ha sfruttato questa possibilità unica per intraprendere un progetto chiamato Outer Planet Atmospheres Legacy (OPAL).

"OPAL usa Hubble per osservare ciclicamente Giove, Saturno, Urano e Nettuno per vedere se sono cambiati", spiega Jennifer Wiseman, scienziata senior del progetto Hubble. "Grazie a OPAL abbiamo appreso che la Grande Macchia Rossa di Giove, una tempesta gigantesca, si sta riducendo e sta cambiando colore nel tempo. Vediamo spuntare nuove tempeste, che appaiono e scompaiono anche su alcuni altri pianeti esterni. Grazie alla nitidezza delle sue immagini e alla sua lunga vita, Hubble ci permette di studiare la natura mutevole dei pianeti nel nostro Sistema Solare".

MISSIONE DI SUPPORTO

Certo, nel corso degli anni non è stato solo Hubble a osservare i pianeti. Dopo il suo lancio, sono state inviate nel nostro Sistema Solare decine di missioni e Hubble è spesso chiamato a fornire il contesto. Quando nel 2004 la sonda Cassini arrivò vicino a Saturno, poteva vedere volta per volta solo piccole parti del pianeta. Hubble, invece, riusciva a inquadrarlo tutto. Pur con una risoluzione molto più bassa, il telescopio era in grado di seguire le tempeste e l'attività aurorale per aiutare i planetologi a capire meglio i dati trasmessi da Cassini.



SOPRA: **Queste immagini rivelano quanto cambiano le aurore di Saturno nel giro di pochi giorni**

"In questo modo c'è la possibilità di migliorare significativamente i risultati scientifici di ognuna di queste missioni, rispetto a quelle che sono costrette a operare da sole", chiarisce Wiseman.

Anche Marte è stato oggetto delle attenzioni di Hubble, che lavora di concerto con la flotta di veicoli spaziali sulla superficie e intorno al Pianeta Rosso. Il telescopio spaziale ha contribuito a seguire le enormi tempeste di polvere che imperversano sul pianeta ogni anno marziano. Anche in questo caso Hubble consente una valutazione globale dell'evoluzione della tempesta mentre le sonde in situ rilevano cambiamenti localizzati come la temperatura e la pressione.

UN OCCHIO NEL CIELO

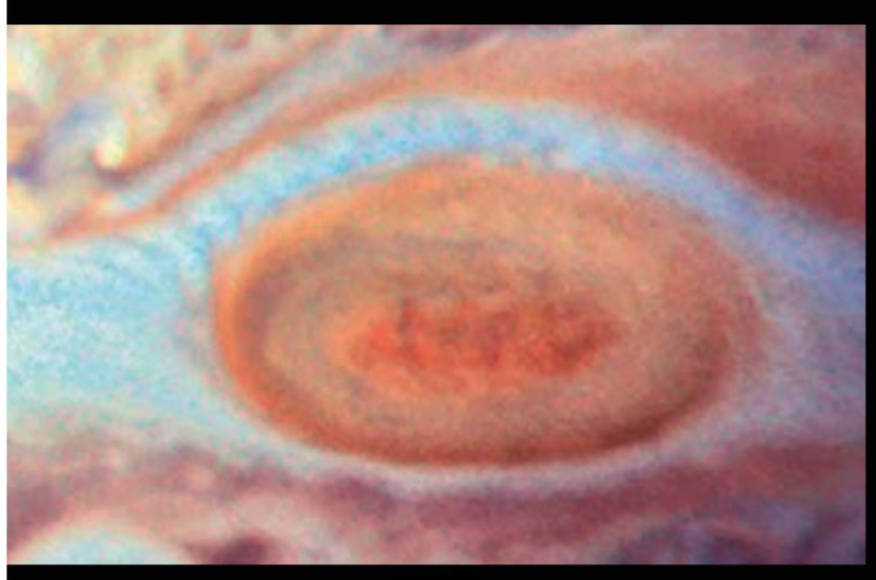
Negli ultimi trent'anni, Hubble è stato anche impiegato per esplorare il percorso prima ancora che le sonde spaziali raggiungessero il pianeta target. "È stato utile nella pianificazione della missione New Horizons che nel 2015 è passata vicino al sistema di Plutone", spiega Wiseman. "Le osservazioni del telescopio spaziale hanno aiutato a determinare la traiettoria della sonda e portarla in sicurezza fino a lì". Prima che New Horizons arrivasse a destinazione, il team operativo temeva che finisse contro una luna invisibile o altri ostacoli attorno al pianeta nano; quindi usarono Hubble per cercare potenziali pericoli. Fu nel corso di questa campagna che Hubble rivelò la presenza di due nuove lune, Nix e Styx, permettendo a New Horizons di tracciare una traiettoria che le evitava.

Hubble può contare anche su una prospettiva che

NASA/ESA/A SIMON/GODDARD SPACE FLIGHT CENTER, NASA X4

21 Aprile 2014

La significativa contrazione della Grande Macchia Rossa di Giove, ripresa nel 1995, nel 2009 e nel 2014



1995

2009

2014

manca a molti di questi veicoli spaziali planetari: la capacità di osservare nell'infrarosso e nell'ultravioletto. Per la missione Juno in orbita intorno a Giove questa possibilità fornisce una risoluzione aggiuntiva alle sue osservazioni del campo magnetico del gigante gassoso. Gli strumenti a bordo di Juno non possono registrare le aurore ultraviolette ad alta energia create da questi campi, mentre Hubble riesce a rilevarle. Unendo i due tipi di osservazioni gli astronomi ottengono un'immagine molto più completa del pianeta, il che permette di determinare in modo dettagliato i campi magnetici di questo mondo gigante.

"Abbiamo usato Hubble anche per studiare la natura di alcune delle lune di questi pianeti e abbiamo scoperto cose inattese", afferma Wiseman. "Per esempio, quando Hubble ha osservato alcune delle lune di Giove, ci siamo accorti che sia Ganimede che Europa mostravano segni di oceani di acqua liquida sotto uno strato esterno ricoperto di ghiaccio".

Nel 2016 Hubble ha contribuito a confermare la presenza di acqua anche all'esterno delle lune, quando ha scoperto che c'era un pennacchio di ghiaccio d'acqua che si innalzava su Europa, sospinto da un oceano sottomarino attraverso le fessure nella crosta lunare.

IN ALTO **La cometa Shoemaker-Levy 9 in collisione con Giove**

Ma alcuni dei più grandi trionfi di Hubble sono legati alle volte in cui nel Sistema Solare è successo qualcosa di imprevisto.

VISITATORI INTERSTELLARI

"Una delle scoperte più famose di Hubble è avvenuta all'inizio della sua carriera, nel 1994, quando la cometa Shoemaker-Levy 9 si scontrò inaspettatamente con Giove", ricorda Wiseman. Appena gli astronomi si resero conto che ci sarebbe stata una collisione, si misero in contatto con la squadra di Hubble per assicurarsi che il telescopio guardasse nella direzione giusta.

"Quella incredibile serie di immagini ha completamente trasformato ciò che sappiamo su quanto è dinamico il Sistema Solare", afferma Wiseman. "Abbiamo capito quanto i pianeti siano in realtà vulnerabili a collisioni con gli oggetti e con i detriti".

Da allora Hubble ha osservato molte comete e asteroidi, ma negli ultimi anni a questo repertorio si è aggiunta una nuova categoria di rocce spaziali: i visitatori interstellari. Nel 2017 l'asteroide 'Oumuamua è stato visto sfrecciare nel nostro Sistema Solare, dopo essere stato espulso da un altro sistema stellare. Poi, alla fine del 2019, è arrivata la cometa 2I/Borisov. In entrambi i casi Hubble era pronto a immortalare gli oggetti mentre passavano.

Dal 1990, quando fu lanciato, Hubble ha rivoluzionato quello che sappiamo dei mondi più vicini a noi. Il telescopio è stato fondamentale per svelarne i misteri, ma ci sono ancora molti segreti nascosti all'ombra di mondi lontani. Finché è in attività, gli astronomi continueranno a rivolgersi a Hubble per aiutarli a fare luce su questi misteri.

NASA/KSC, NASA/HUBBLE SPACE TELESCOPE X3, NASA/ESA/HUBBLE AND THE HUBBLE HERITAGE TEAM

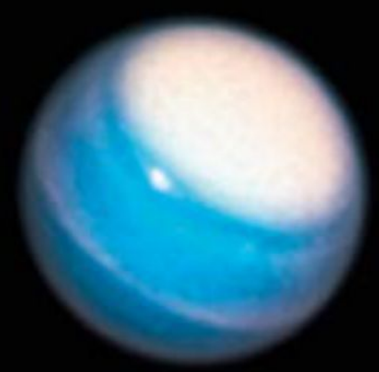
LE TOP 3 DI HUBBLE

RIVELAZIONI SUL SISTEMA SOLARE

Hubble ha compiuto alcune delle scoperte planetarie più importanti degli ultimi tempi

STAGIONI SU URANO

Quando Voyager 2 sorvolò Urano nel 1986, il gigante ghiacciato sembrava una biglia tranquilla con scarsi fenomeni climatici. Hubble ha rivelato che ora è più attivo, il che fa ritenere siano cambiate le stagioni. Ha osservato diverse macchie scure, che potrebbero essere tempeste che infuriano sul pianeta.



DEGRADARE PLUTONE

Nel 2005 Mike Brown ha scoperto un grande corpo celeste nella fascia esterna di Kuiper, ora noto come Eris: aveva un diametro di oltre 2300 km, circa le stesse dimensioni di Plutone. La scoperta ha innescato un dibattito che ha portato a degradare Plutone alla categoria di pianeta nano.

AURORE SU GIOVE

Nel 1997 Hubble è stato dotato di uno spettrografo più sensibile, che ha rivelato le aurore ultraviolette di Giove. Gli astronomi hanno scoperto che formavano dei tendaggi, come le aurore boreali terrestri, che si estendono per diverse centinaia di chilometri.

SECONDA PARTE

LA VIA LATTEA

La storia delle stelle è scritta nella nostra Galassia e Hubble ci ha aiutato a leggerla

La Via Lattea ospita alcuni luoghi incredibili. Dal fascino polveroso delle nursery stellari ai detriti colorati che rimangono dopo l'esplosione di una stella, Hubble ha contribuito a rivelare la bellezza della nostra Galassia. Queste fotografie non sono però solo sbalorditive da guardare: agli occhi di un astronomo sono immagini che raccontano la storia di una stella.

Tutto iniziò poco dopo il lancio di Hubble, trent'anni fa, quando per la prima volta il telescopio "volse lo sguardo" verso alcune delle nuvole di polvere disseminate nella nostra Galassia. Gli astronomi ritenevano che si trattasse di vivai stellari, i luoghi in cui inizia la sua vita ognuna delle stelle del cielo notturno. L'immagine più famosa di una di queste aree di nascita (e forse quella più famosa in assoluto scattata da Hubble) è quella della nebulosa Aquila, M16 (nella foto). L'immagine, presa nel 1995, è anche conosciuta con il nome i "Pilastri della Creazione", all'interno dei quali iniziano a formarsi nuove stelle.

"Vediamo queste strutture simili a pilastri in molte osservazioni di Hubble di queste nebulose", afferma Jennifer Wiseman, scienziata senior del progetto Hubble. "Il vento proveniente da stelle di nuova formazione dotate di massa elevata scolpisce queste strutture attorno agli ammassi più grandi di gas rimasto".

Studiando le forme di queste formazioni di nubi, gli astronomi sono stati in grado di decifrare le prime fasi critiche nella vita di

Questa immagine dei "Pilastri della Creazione" nella nebulosa Aquila è stata scattata nel 2014 dalla Wide Field Camera 3 di Hubble. Per dare un'idea della scala, gli imponenti pilastri sono alti circa cinque anni luce

SOPRA: **Fino a oggi sono stati scoperti più di 4000 pianeti extrasolari**

"IL CONTRIBUTO DI HUBBLE È NELL'ANALISI DELLA COMPOSIZIONE ATMOSFERICA DEGLI ESOPIANETI. LO FA OSSERVANDO UN ESOPIANETA MENTRE PASSA DAVANTI ALLA PROPRIA STELLA"

una stella. Ci sono riusciti in parte osservando come sono cambiate le nuvole negli ultimi vent'anni. Nel 2015 una nuova versione della stessa immagine ha rivelato che uno dei getti all'interno della nuvola era cresciuto di quasi 100 miliardi di chilometri, dimostrando quanto siano dinamiche queste regioni.

C'è qualcosa di ancor più promettente: quando Hubble ha dato un'occhiata più da vicino ad alcune delle stelle neonate della nebulosa di Orione, ha scoperto che intorno a varie di esse c'erano dischi di polvere vorticante, un segno che stavano entrando nel capitolo successivo della loro vita, in procinto di formare pianeti. Quando una stella cresce, forma spesso attorno a sé un disco di polvere protoplanetaria. Nel corso del tempo questi detriti si raggruppano insieme, aumentando gradualmente di dimensioni fino a diventare un sistema planetario.

OSSERVARE MONDI ALIENI

Lo studio di questi dischi è un passo fondamentale in una delle aree di studio più promettenti dell'astronomia: gli esopianeti, cioè i pianeti appartenenti ad altri sistemi solari.

"Quando fu progettato Hubble, non si pensava di usarlo per studiare i pianeti al di fuori del nostro Sistema Solare. All'epoca non conoscevamo nessun esopianeta", dice Wiseman. Da quando, negli anni '90, sono stati scoperti i primi esopianeti, ne sono stati confermati oltre 4000, un numero in crescita continua. Rintracciare questi pianeti richiede osservazioni prolungate di estese aree di cielo. Con il suo campo visivo ristretto e le numerose richieste per utilizzarlo in altre ricerche, Hubble non è specificamente adatto per questo compito. Può però dare uno sguardo più approfondito ai pianeti già scoperti da altri osservatori.

"Il contributo rivoluzionario di Hubble è nell'analisi della composizione atmosferica di questi esopianeti", afferma Wiseman. "Lo fa scrutando un esopianeta mentre passa davanti alla propria stella. Durante questo transito, la luce della stella attraversa le regioni esterne dell'atmosfera. Una parte di questa luce è assorbita dall'atmosfera del pianeta, creando una sorta di 'firma' che rimane anche nella luce che cattura Hubble."

Analizzando questa firma è possibile individuare elementi e molecole che formano l'atmosfera di un pianeta. Hubble è particolarmente adatto alla ricerca dell'acqua. Sulla Terra, dove c'è acqua c'è vita. Per questo ci interessa capire quanti altri pianeti siano ricchi d'acqua quanto il nostro, nella speranza di prevedere in quali altre parti della nostra galassia potrebbe trovarsi la vita.

La risoluzione di Hubble è così elevata che può persino individuare le caratteristiche principali della meteorologia di un pianeta. Quando il telescopio ha osservato WASP-43b – che si trova in rotazione sincrona, cioè rivolge alla sua stella sempre la stessa faccia – è riuscito a individuare

LE TOP 3 DI HUBBLE

SCOPERTE NELLA VIA LATTEA

Hubble ha sbirciato nel cuore della Galassia a spirale in cui viviamo svelando alcune scoperte sorprendenti

V838 MONOCEROTIS

Nel 2002 la stella rossa V838 Monocerotis divampò, raggiungendo temporaneamente una luminosità 600mila volte maggiore di quella del Sole. Nessuno è sicuro del perché, ma negli ultimi vent'anni la luce di questo lampo si è spostata verso l'esterno, illuminando il gas circostante. Hubble ha permesso agli astronomi di mappare questa "eco luminosa" in espansione.

le aree surriscaldate sul lato eternamente illuminato dal suo sole. Grazie a queste osservazioni gli astronomi hanno potuto prevedere come soffiano i venti del pianeta tra il lato diurno e quello notturno.

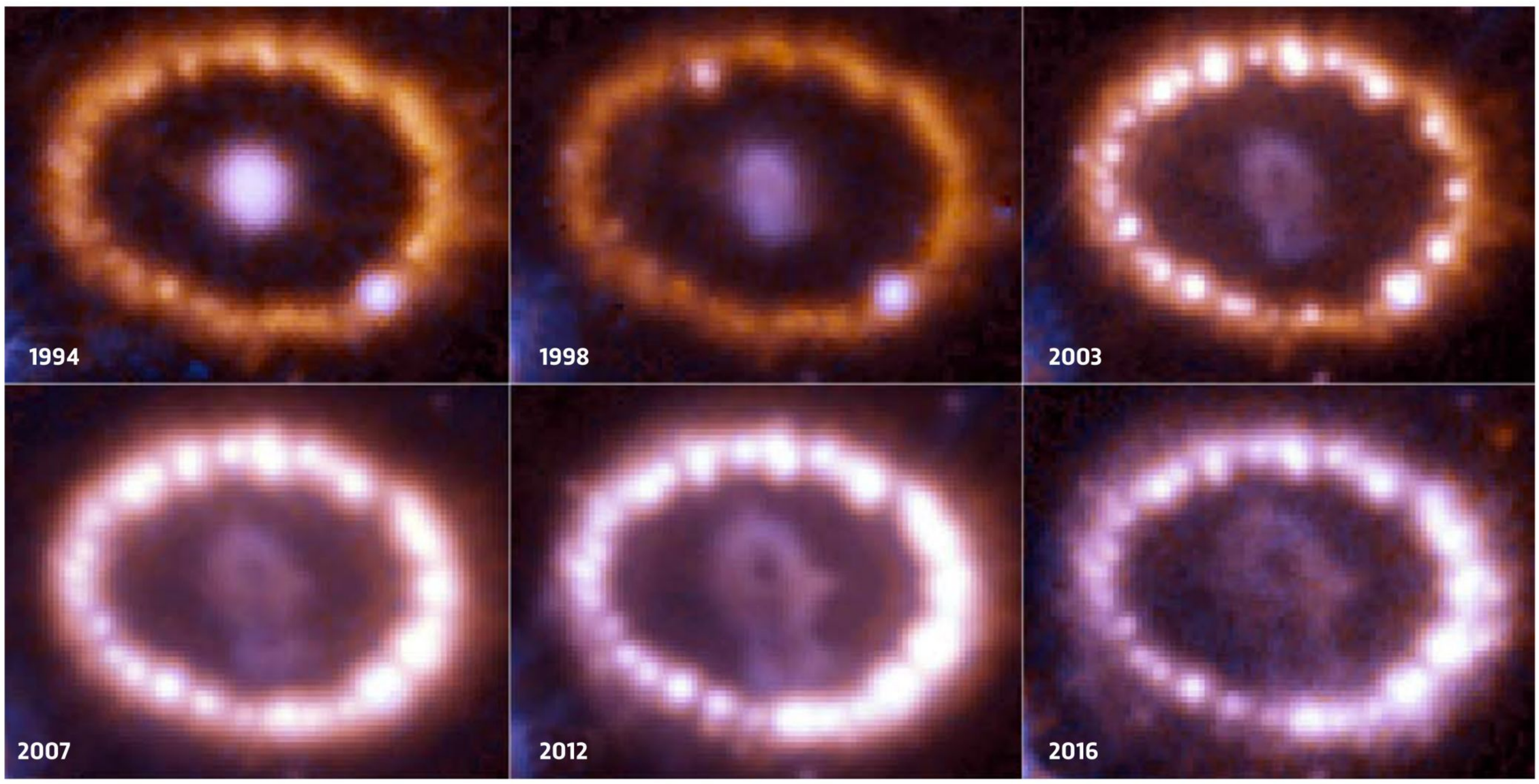
Hubble, così come rivela le origini di stelle e pianeti, ha anche studiato i loro ultimi giorni. Quando una stella esaurisce il suo combustibile nucleare muore. Se la stella è sufficientemente grande, questa morte è un fenomeno esplosivo: una cosiddetta supernova. Anche in questo caso, la forza di Hubble non sta nello scoprire questi lampi cosmici, ma nell'esaminarli una volta scoperti.

STUDIARE LE SUPERNOVAE

Nel corso della loro esistenza le stelle trasformano l'idrogeno formatosi durante il Big Bang in elio e in altri elementi più pesanti. Quando la stella diventa una supernova scaglia questi elementi verso l'esterno: la nuvola calda di gas si schianta contro il mezzo interstellare circostante, creando un'onda d'urto che avanza illuminata dall'interno da una nana bianca, cioè una piccola stella calda, tutto ciò che rimane dell'astro esploso. Viste dalla Terra, queste bolle di gas sono sfocate e sferiche, per questo inizialmente furono scambiate per pianeti e quindi chiamate "nebulose planetarie", nonostante non abbiano nulla a che fare con i pianeti. Nel 1987, poco prima del lancio di Hubble, una supernova esplose nella galassia compagna della Via Lattea, la Grande Nube di Magellano. Nel corso degli anni Hubble ha osservato l'anello di gas di questa esplosione spostarsi ed espandersi nel mezzo interstellare, il gas che riempie lo spazio tra le stelle.

La turbolenza causata da queste onde d'urto può, nel tempo, far sì che il mezzo interstellare si concentri insieme. Questa nuova nuvola, arricchita con tutti gli elementi gettati dalla stella morente nell'Universo, forma quindi un vivaio stellare, facendo ricominciare la storia cosmica della vita delle stelle.

La Via Lattea è un luogo dinamico, pieno di stelle che nascono, formano pianeti e muoiono, per poi fornire con i loro resti il carburante per ripetere nuovamente il ciclo. E Hubble è stato fondamentale per osservare ogni fase di questo incredibile processo.

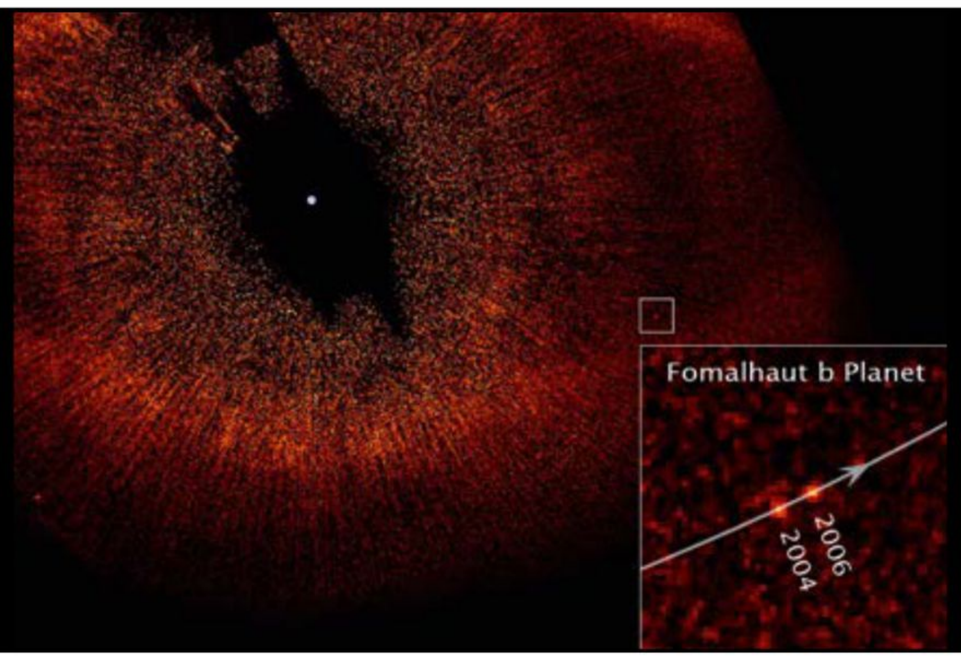


NASA/THE HUBBLE HERITAGE TEAM, ESA/HUBBLE/M. KORNMESSER, NASA/ESA /P KALAS, NASA/JPL-CALTECH, NASA/ESA/R KIRSHNER,P CHALLIS /HARVARD-SMITHSONIAN CENTER FOR ASTROPHYSICS

SOPRA: **L'evoluzione della supernova 1987A tra il 1994 e il 2016, colta dal telescopio Hubble**

ACQUA NELLA ZONA ABITABILE

Gli astronomi hanno scoperto molti esopianeti nella cosiddetta "zona abitabile", la regione intorno a una stella dove le temperature rendono possibile la presenza di acqua liquida in superficie, permettendo potenzialmente l'evoluzione della vita.
Nel 2019 Hubble ha rilevato per la prima volta vapore acqueo nell'atmosfera dell'esopianeta K2-18b.



PRIMA IMMAGINE DIRETTA DI UN PIANETA

Nel 2004 Hubble ha catturato l'immagine del disco di polvere, del diametro di 34,5 miliardi di chilometri, che circonda la stella Fomalhaut. Il disco ha un bordo interno netto, il che suggerisce che sia stato modellato dalla presenza di un pianeta. Nel corso degli anni, Hubble ha osservato un punto luminoso muoversi attorno alla stella. Era un mondo alieno in orbita, il primo in assoluto a essere stato visto direttamente.

TERZA PARTE

UNO SGUARDO INDIETRO NEL TEMPO

Hubble ha contribuito a scrutare nel passato remoto e ha mostrato che l'Universo sta crescendo a un ritmo sempre più veloce

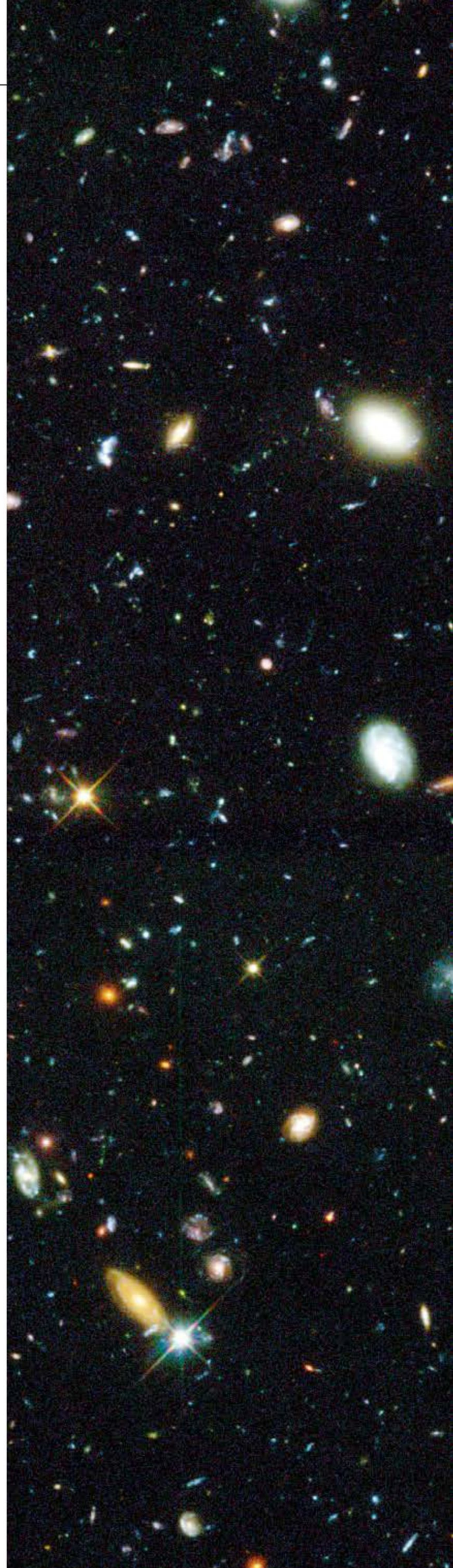
L'elevata risoluzione, la grande apertura e l'estrema precisione di Hubble consentono di catturare fotoni dalle zone più buie dell'Universo, guardando più lontano nel passato rispetto a qualsiasi telescopio ottico precedente. Dato che la luce di queste galassie e stelle distanti ha impiegato miliardi di anni per attraversare il vuoto, le vediamo com'erano moltissimo tempo fa, fino ai primi giorni dell'Universo.

"Possiamo confrontare le caratteristiche delle galassie più distanti con quelle più vicine a noi nello spazio e nel tempo, per vedere se sono diverse. E, in effetti, lo sono", afferma Jennifer Wiseman, scienziata senior del progetto Hubble. "Penso che il contributo più profondo di Hubble sia consistito nel rivelarci come è cambiato nel tempo l'Universo".

Questa capacità è mostrata al meglio nelle immagini dell'Hubble Deep Field. La prima fu scattata nel 1995, quando il telescopio riprese con un'esposizione di 100 ore, molto più lunga del normale, un tratto di cielo apparentemente vuoto. All'epoca alcuni astronomi sostenevano che fosse uno spreco del prezioso tempo di Hubble ma, una volta pronta l'immagine, furono rapidamente smentiti.

Quella prima fotografia conteneva quasi 3000 galassie, alcune risalenti all'epoca della formazione delle prime stelle. Risultavano più piccole e più irregolari di quelle attuali, dimostrando che effettivamente le galassie cambiano nel tempo.

A DESTRA: **Nel 1996 Hubble riprese questa immagine "Deep Field", che mostra una visuale che si estende fino all'orizzonte visibile dell'Universo**



R WILLIAMS/THE HUBBLE DEEP FIELD TEAM /NASA/ESA, NASA/ESA X2

"HUBBLE VIENE UTILIZZATO OSSERVANDO GRUPPI DI GALASSIE PER POTER RILEVARE QUESTI ARCHI DI LUCE DISTORTA"

A FIANCO: **Il nucleo della galassia Andromeda fotografato da Hubble (a sinistra) e in una ricostruzione a destra). Entrambe le immagini mostrano il disco di stelle (in azzurro) che ha fornito la prova dell'esistenza di un enorme buco nero**

INDIZI DI SUPERNOVAE

L'occhio acuto di Hubble è stato in grado di distinguere queste galassie distanti, ma è stato anche fondamentale per capire esattamente quanto siano lontani questi remoti ammassi di stelle.

"Hubble osserva le supernovae di tipo Ia, usate dagli astronomi per misurare la distanza delle galassie lontane", spiega Wiseman.

Queste supernove di tipo Ia esplodono emettendo sempre la stessa quantità di luce: quindi, misurando la loro luminosità apparente dalla Terra, è possibile capire quanto siano lontane, e con loro la galassia in cui si trovano. Il calcolo di queste distanze è una parte fondamentale di uno dei principali obiettivi scientifici di Hubble: misurare la velocità a cui si sta espandendo l'Universo.

"Da quando, un secolo fa, Edwin Hubble mostrò con le sue osservazioni che le galassie si stavano allontanando, abbiamo capito che l'Universo sembra espandersi e che lo spazio stesso sembra dilatarsi", ricorda Wiseman. "Misurare però la velocità effettiva di questa espansione è sempre stato arduo, perché richiede misurazioni precise delle distanze. Hubble è stato di grande aiuto grazie a osservazioni sempre più precise, che si sono rivelate uno dei suoi contributi più importanti: ci hanno fatto capire che l'espansione dell'Universo sta addirittura accelerando".

Gli astronomi sono rimasti sorpresi quando nel 1998 due gruppi di ricerca indipendenti hanno scoperto questa accelerazione. Tutti pensavano che dopo il Big Bang l'espansione avrebbe rallentato fino a fermarsi oppure che si sarebbe mantenuta a un valore costante.
Se l'espansione sta accelerando, ci si pone la domanda: che cos'è che la accelera? "Non ci è ancora del tutto chiaro", afferma Wiseman. "È un argomento di grande attualità in astrofisica. La chiamiamo energia oscura e Hubble ha svolto un ruolo veramente fondamentale nel suo studio".

ENIGMA OSCURO

Oggi gli astronomi ritengono che l'energia oscura costituisca circa il 75 per cento dell'Universo. Una piccola parte di ciò che rimane è costituita da materia luminosa, come il gas e la polvere che formano nubi o bruciano nelle stelle. Il restante 24 per cento è materia oscura, un'altra sostanza misteriosa che si estende nel nostro Universo, tra galassie e stelle.

Questa materia oscura non interagisce con la luce come fa la materia normale ed è quindi completamente invisibile ai normali telescopi. Interagisce però

con l'Universo visibile attraverso la gravità, il che significa che Hubble è in grado di mostrarci questa sostanza "invisibile".

"Qualsiasi tipo di massa distorce lo spaziotempo", spiega Wiseman. "Se abbiamo una grande quantità di massa insieme, questa distorsione può creare un fenomeno abbastanza significativo da poter essere osservato".

Questo effetto è noto come lente gravitazionale: la luce proveniente da una galassia lontana viene deviata dalla gravità di un oggetto enorme, come un ammasso di galassie. Il modo in cui ciò accade può essere però irregolare e, quando la luce proveniente dalla galassia lontana raggiunge la Terra, di solito è significativamente distorta.

"Hubble viene utilizzato osservando gruppi di galassie per poter rilevare questi archi di luce distorta.

SOPRA: **Questa immagine, ripresa da Hubble, è un buon esempio di lente gravitazionale. L'enorme ammasso di galassie al centro dell'immagine dista circa 4,6 miliardi di anni luce. È circondato da quattro archi (tre in alto a destra, uno in basso a sinistra). All'interno di questi stretti archi ci sono almeno 12 copie di una galassia soprannominata Sunburst Arc, situata a quasi 11 miliardi di anni luce di distanza. La sua luce viene distorta in immagini multiple dalla lente gravitazionale**

Esaminando la lente gravitazionale provocata dagli ammassi di galassie possiamo dire qualcosa su come è distribuita la massa".

La maggior parte di questa massa è materia oscura. Osservando in che misura risultano distorte le galassie, gli astronomi sono in grado di mappare il modo in cui la misteriosa sostanza è distribuita nell'Universo.

ALLA SCOPERTA DEI BUCHI NERI

Un altro oggetto apparentemente invisibile su cui Hubble ha contribuito a fare luce sono i buchi neri supermassicci. Questi corpi densissimi hanno una massa vari miliardi di volte più elevata di quella del nostro Sole e si pensa che siano al centro della maggior parte delle galassie. Prima di Hubble i buchi neri erano un concetto puramente teorico; l'unica prova della loro esistenza erano le osservazioni radio di galassie lontane dette quasar, che contenevano oggetti delle dimensioni del Sistema Solare ma più luminosi di qualsiasi altra cosa conosciuta nell'Universo. Hubble fu in grado di determinare che le emissioni radio provenivano dai centri delle galassie che li contenevano, molto probabilmente dal gas che si riscaldava in modo estremo mentre vorticava attorno a un gigantesco buco nero.

Nel 1997 fu installato su Hubble lo Space Telescope Imaging Spectrograph, uno strumento efficacissimo per osservare la regione vicina al centro di una galassia e per distinguere il rapido movimento delle stelle finite in orbita attorno a un buco nero. Questo strumento scoprì presto stelle di questo tipo, dimostrando definitivamente l'esistenza di buchi neri supermassicci.

Negli ultimi trent'anni Hubble ha aiutato gli astronomi a estrarre fotoni dalle profondità più remote dello Spazio e persino ad accedere ai luoghi del nostro Cosmo in cui non splende la luce, contribuendo a rivelare i segreti più oscuri dell'Universo.

NASA/ESA/G. ILLINGWORTH/D. MAGEE, AND P. OESCH (UNIVERSITY OF CALIFORNIA/SANTA CRUZ)/R. BOUWENS (LEIDEN UNIVERSITY) AND THE HUDF09 TEAM, MALEKAS85/ISTOCK/GETTY IMAGES, NASA/ESA AND M. KORNMESSER, ESA/HUBBLE/NASA/RIVERA-THORSEN ET AL, NASA/MICHAEL SOLURI, NASA/W. HRYBYK

LE TOP 3 DI HUBBLE

RIVELAZIONI SULL'UNIVERSO

Hubble ha cambiato in modo sostanziale la nostra percezione alla massima scala possibile

CAMPO PROFONDO ESTREMO

Nel 2012 il team di Hubble ha diffuso eXtreme Deep Field: è un'immagine che abbraccia appena 2 × 2,3 minuti di grado, circa 1/32.000.000 di cielo, ma con un tempo di esposizione di circa 23 giorni. Arriva a mostrare oggetti di 13,2 miliardi di anni fa, tra cui una galassia appena 450 milioni di anni dopo la sua formazione.

LA CONFERMA DELL'ELIO PRIMORDIALE

Nel 1995 Hubble ha finalmente confermato l'esistenza dell'elio primordiale. La teoria prevedeva che dopo il Big Bang l'Universo in via di raffreddamento avesse formato sia elio che idrogeno, ma il primo non era mai stato osservato.

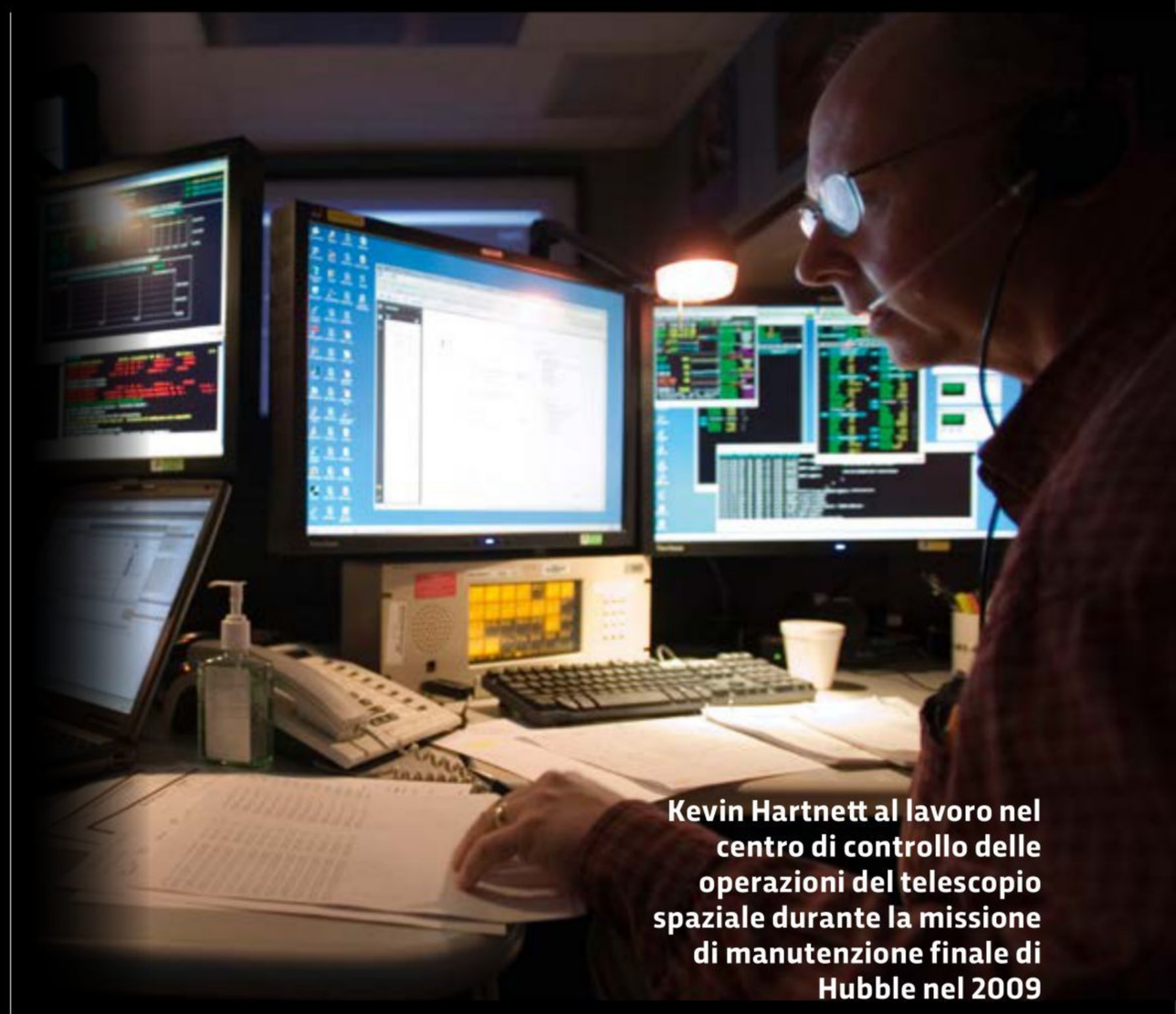
LAMPI DI RAGGI GAMMA

I lampi di raggi gamma (GRB) sono le esplosioni più potenti nell'Universo conosciuto, ma le loro origini sono un mistero. Nel 2019 Hubble ne ha scoperto uno proveniente dal denso ambiente di una galassia luminosa a circa cinque miliardi di anni luce di distanza, che dà indizi sulle condizioni che potrebbero causare un GRB.

INTERVISTA

KEVIN HARTNETT

Il responsabile delle operazioni scientifiche di Hubble è entrato nel team nel 1997 e si occupa della supervisione degli aspetti scientifici delle operazioni del telescopio spaziale. Con una laurea in fisica e astronomia, la sua carriera è iniziata nel settore privato prima di andare a lavorare per la NASA



Kevin Hartnett al lavoro nel centro di controllo delle operazioni del telescopio spaziale durante la missione di manutenzione finale di Hubble nel 2009

COME STA ANDANDO HUBBLE?
Ha prestazioni al massimo delle capacità e funziona meravigliosamente. Non ha però più a disposizione tutte le risorse di riserva che aveva anni fa. Per esempio, Hubble ha sei giroscopi per mantenere l'orientamento, ma solo tre sono attivi, e ne servono appunto tre per compiere al meglio le osservazioni. I nostri ingegneri stanno mettendo a punto modi ingegnosi per combattere l'invecchiamento. Qualcosa funziona sempre peggio o si spegne, oppure un lato di un rivelatore ha una sensibilità maggiore dell'altro. Loro sono riusciti, però, a mantenere le osservazioni all'avanguardia e questo è straordinario.

CHE COSA RENDE UNICO HUBBLE?
È un punto di riferimento per l'imaging stabile e ad alto contrasto e le spettroscopie, dalle lunghezze d'onda del vicino infrarosso fino all'ultravioletto, grazie a uno specchio di 2,4 m sopra l'atmosfera. È inoltre dotato di ottimi sensori di guida. In parole povere, è come essere in cima al monumento a Washington nella città omonima e centrare con un puntatore laser una monetina in cima all'Empire State Building a New York, a 330 chilometri di distanza, per 24 ore di seguito. Una volta che abbiamo agganciato un obiettivo, non lo molliamo.

"È DOTATO DI OTTIMI SENSORI DI GUIDA. È COME CENTRARE CON UN PUNTATORE LASER UNA MONETINA A 330 CHILOMETRI DI DISTANZA PER 24 ORE"

CHE TIPO DI RICERCHE SVOLGE HUBBLE?
Astronomia del Sistema Solare, galassie, struttura su larga scala dell'Universo e tutto ciò che c'è in mezzo: Hubble ha dato contributi importanti a tutti i campi dell'astronomia. Ci sono anche programmi utili per ricerche future; per esempio, in questo momento c'è un grande progetto per osservare ogni singolo ammasso globulare della Via Lattea, non perché qualcuno voglia scrivere un articolo su tutti e 150 gli ammassi, ma per avere i dati se serviranno a qualcuno.

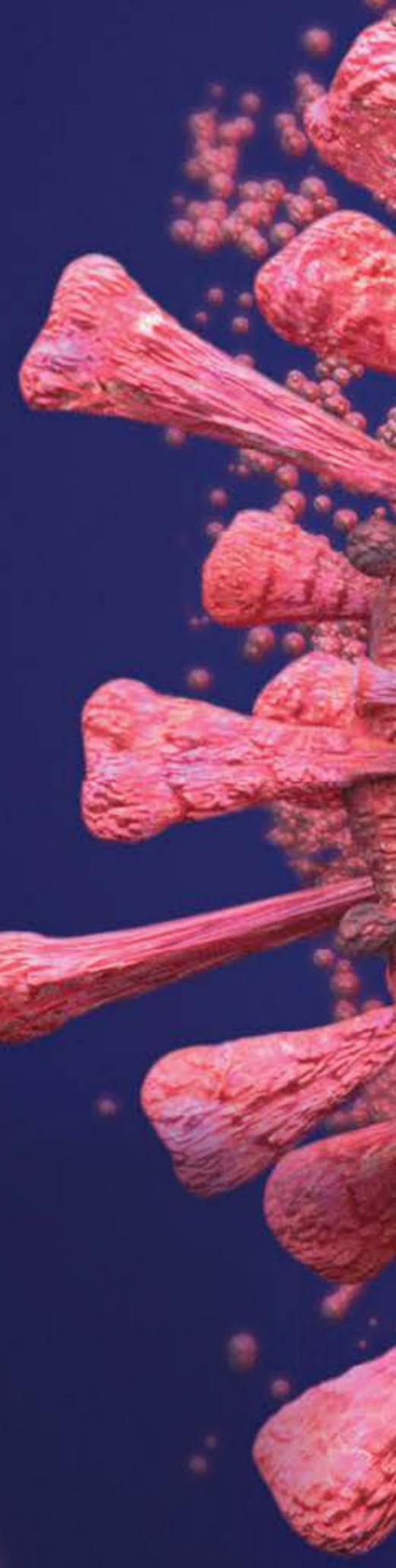
VENGONO ANCORA USATI I VECCHI DATI?
Eccome! Ci sono molti studi interessantissimi che si possono svolgere con dati raccolti nel corso di 25 anni. Se abbiamo buone osservazioni di 25 anni fa, le possiamo confrontare con osservazioni simili di oggi. Possiamo vedere i getti che si stanno progressivamente allontanando dal grande quasar in M87, possiamo calcolare le velocità di vari oggetti; è possibile ottenere molto da questi dati.

QUANTO TEMPO RIMANE A HUBBLE?
Hubble non ha un sistema di propulsione e sta lentamente cadendo sulla Terra. Un rapporto del settembre 2018 prevede che Hubble non rientrerà prima del 2027; la data media è intorno al 2038. Teniamo attentamente d'occhio le prestazioni del telescopio e stiamo cercando di trattare al meglio tutti i suoi sistemi, per mantenerlo in funzione il più a lungo possibile. ■

ELIZABETH PEARSON *(@EzzyP)*
Elizabeth è una divulgatrice specializzata in astronomia e redattrice della rivista BBC Sky At Night

COSTRUIRE UN VACCINO

Testi: ANDY RIDGWAY



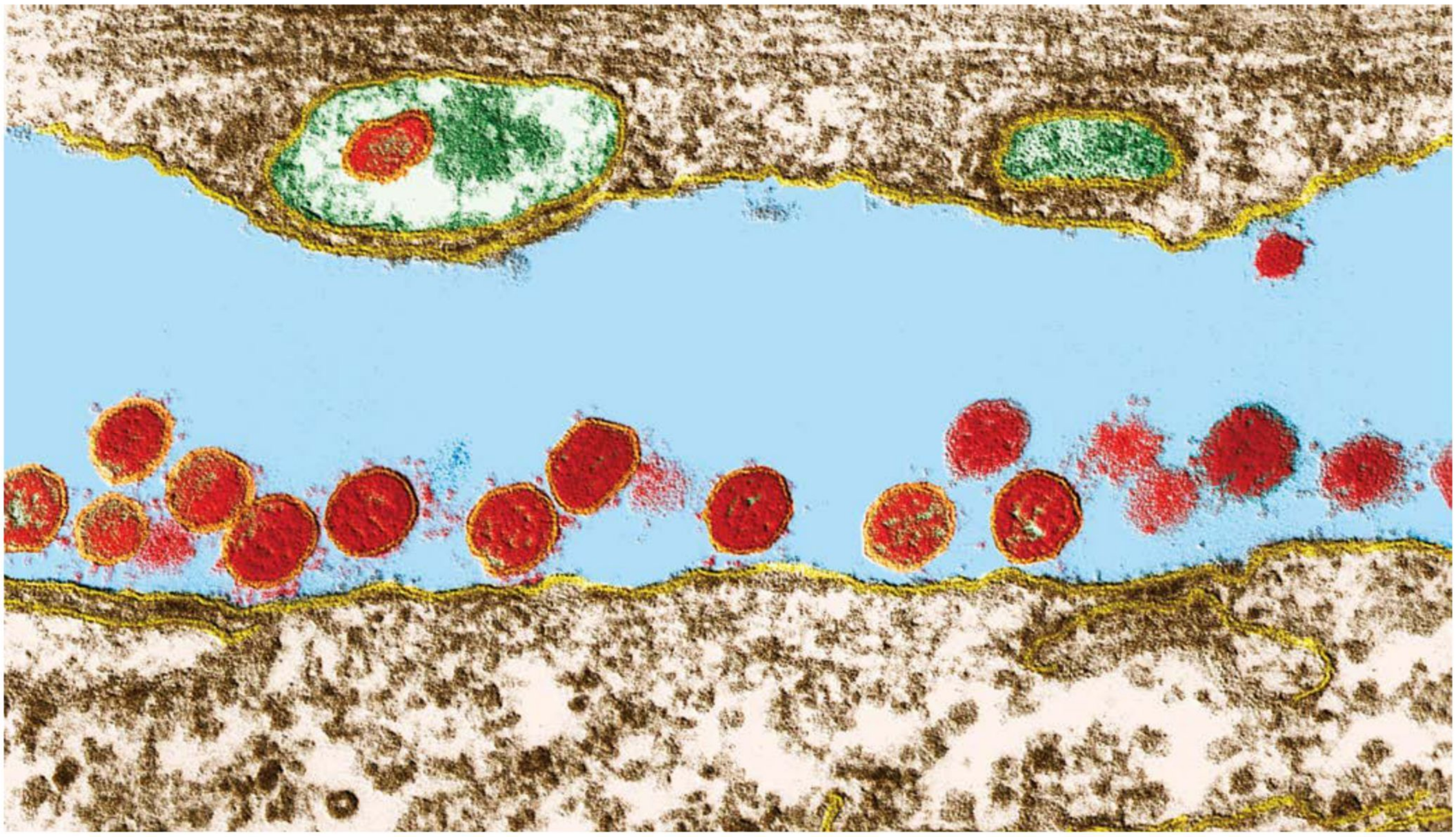
ECCO COME LA SCIENZA FERMERÀ UNA VOLTA PER TUTTE LA PANDEMIA DI CORONAVIRUS

Che cosa stavate facendo il 10 gennaio 2020? Era un sabato: probabilmente stavate progettando di vedere gli amici. I giorni della completa normalità senza restrizioni ormai sembrano un ricordo lontano. Ma è stato quel giorno che ha avuto inizio la corsa alla creazione di un vaccino per il coronavirus.

Quel giorno il governo cinese ha divulgato la sequenza genetica del virus SARS-CoV-2, responsabile dell'attuale pandemia, dando ai ricercatori di tutto il mondo la possibilità di cominciare a ricostruire frammenti del virus in laboratorio allo scopo di sviluppare un vaccino che dovrebbe renderci immuni.

Al momento nel mondo sono al lavoro circa trentacinque team di ricerca, sostenuti da finanziamenti di milioni di euro versati tanto dalle organizzazioni quanto da singoli individui facoltosi, tra i quali Bill Gates, il miliardario fondatore di Microsoft, che ha promesso di costruire a sue spese fabbriche per la produzione di alcuni dei candidati più promettenti. Altri team, tra cui uno dell'Università di Oxford (che lo sta sviluppando con il

60
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
MADE IN SWITZERLAND



SCIENCE PHOTO LIBRARY ILLUSTRAZIONI: ACUTE GRAPHICS

IN ALTO: **I virus SARS-CoV-2 (in rosso) sono circondati da uno strato di grasso esterno, coperto da proteine spike. Sono queste ultime che permettono al virus di invadere le cellule dell'ospite. Su di loro si concentrano gli sforzi per preparare un vaccino**

contributo della Irbm di Pomezia) e le aziende biotecnologiche americane Novavax e Moderna, sono sostenuti economicamente da una fondazione, la Coalition for Epidemic Preparedness Innovations (CEPI, una coalizione per la prevenzione delle epidemie).

Il team dell'Università di Oxford è uno di quelli attualmente più avanti: "Ho ricevuto la sequenza genetica il 10 gennaio e abbiamo passato il weekend a decidere che cosa mettere nel nostro vaccino", dice l'immunologa Teresa Lambe, una dei leader della ricerca presso l'Istituto Jenner dell'Università. Da quel momento è iniziato un intenso periodo di lavoro: "Non ho un weekend libero. Ho lavorato mentre avevo problemi gastrointestinali e il giorno del mio compleanno. Non vedo mai i miei bambini. Sono davvero esausta".

Da quando la pandemia è iniziata c'è una domanda a cui nemmeno gli esperti sanno dare una risposta: quando finirà? A giudicare da quanto si è diffuso il virus nel mondo, è improbabile che sparisca da solo: se anche un singolo paese lo eliminasse completamente, basterebbe un viaggiatore infetto proveniente da un altro paese per farlo circolare di nuovo. Per fermarlo una volta per tutte serve l'immunità. Dunque, prima avremo un vaccino e prima potremo tornare alle nostre vite di un tempo.

"A GIUDICARE DA QUANTO SI È DIFFUSO IL VIRUS NEL MONDO, DIFFICILMENTE SPARIRÀ DA SOLO. PRIMA AVREMO UN VACCINO E PRIMA POTREMO TORNARE ALLE NOSTRE VITE DI UN TEMPO"

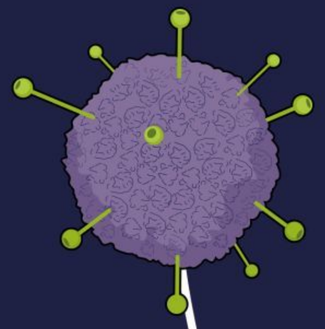
LA VIA VERSO L'IMMUNITÀ

Il SARS-CoV-2 appartiene a un vasto gruppo di virus chiamati coronavirus. Molti causano solo sintomi lievi, nulla di più grave di un raffreddore, ma alcuni hanno provocato l'insorgere di epidemie gravi: la SARS nel 2002-2003, la MERS dal 2012 in poi e ora la COVID-19, ovvero la malattia provocata dal SARS-CoV-2. Ancora non esiste un vaccino approvato per nessun coronavirus, ma l'urgenza ingenerata dalla pandemia ha

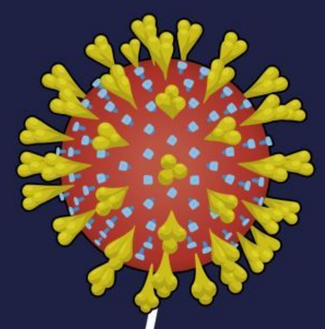
CREARE UN VACCINO

Tutti i vaccini per la COVID-19 attualmente in sviluppo si basano su un'idea fondamentale: il virus SARS-CoV-2 si aggancia alle nostre cellule grazie alle "spine" (le cosiddette proteine spike) che ricoprono il suo guscio esterno. Dunque, se si espone il nostro sistema immunitario a queste proteine spike separate dal virus vero e proprio, l'organismo può imparare a difendersi da un'infezione reale prima che questa avvenga effettivamente. Ecco come il team dell'Università di Oxford intende arrivare a questo risultato…

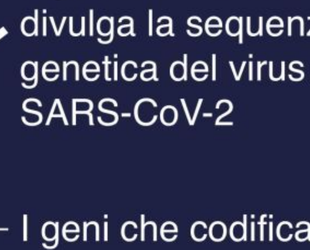
Adenovirus di scimpanzé



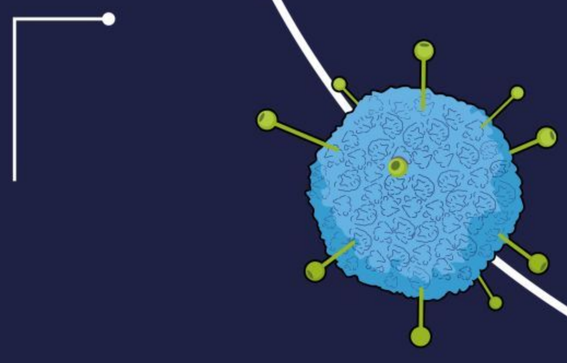
Coronavirus SARS-CoV-2



Il governo cinese divulga la sequenza genetica del virus SARS-CoV-2

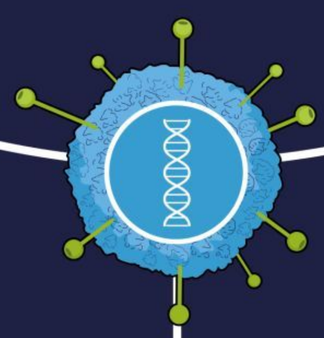


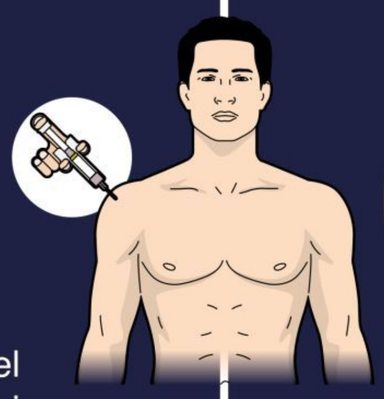
I geni che codificano la proteina spike sono identificati e clonati



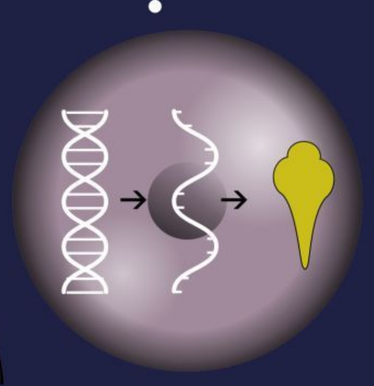
L'adenovirus di scimpanzé viene modificato perché non possa più provocare malattie e diviene un "vettore virale": un virus indebolito che serve per portare il vaccino dentro le cellule. I vettori ricavati da adenovirus di scimpanzé sono stati già testati con successo nei vaccini per una decina di altre malattie

All'adenovirus vettore viene aggiunto il DNA della proteina spike: questo crea il vaccino

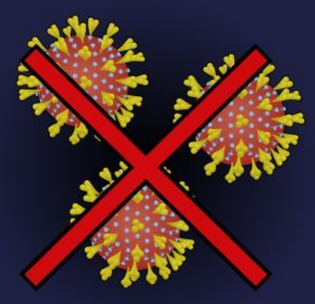




Una volta approvato, il vaccino viene iniettato nel corpo del paziente. I primi a riceverlo saranno probabilmente gli operatori sanitari, gli anziani e i soggetti con una salute già compromessa e quindi più vulnerabili alla COVID-19



Dentro le cellule del paziente il DNA della proteina spike si converte in una diversa forma di materiale genetico, l'RNA, che a sua volta viene convertito nella proteina spike. Il sistema immunitario risponde alla presenza di quest'ultima con anticorpi che la "soffocano" e le impediscono di svolgere il suo compito



Se il paziente vaccinato entra in contatto con il SARS-CoV-2, il suo sistema immunitario sa già come impedire al virus di invadere le cellule e replicarsi. Ciò avviene grazie alle "cellule di memoria" contenute nel sangue, che nel momento in cui incontrano le proteine spike del virus ricominciano a creare gli anticorpi appropriati

"SE SI ESPONE IL SISTEMA IMMUNITARIO SOLO ALLE PROTEINE SPIKE PRESENTI SULL'INVOLUCRO DEL VIRUS, CHE SONO INNOCUE, L'ORGANISMO SI ABITUA A PRODURRE RAPIDAMENTE ANTICORPI"

reso il SARS-CoV-2 la priorità numero uno.

Il principio alla base di qualunque vaccino è far credere al corpo di essere stato infettato dal virus o dal batterio che provoca la malattia in questione, in modo che il sistema immunitario crei proteine chiamate anticorpi. A quel punto, se il corpo viene in contatto con il virus reale, le "cellule di memoria" del sistema immunitario chiamate linfociti B ricominciano a produrre gli anticorpi appropriati per combattere l'infezione.

Tutti i potenziali vaccini per la COVID-19 fondamentalmente ottengono questo risultato allo stesso modo, esponendo il sistema immunitario alle proteine a forma di "spina" (conosciute come proteine spike) che ricoprono esternamente il guscio sferico del virus (tale guscio, composto di molecole lipidiche, racchiude il materiale genetico del virus). Quando il virus invade i nostri corpi, le proteine spike si collegano a un recettore sulla superficie delle cellule della nostra gola e dei nostri polmoni: il virus può così penetrare nelle cellule e replicarsi. Esporre il sistema immunitario alle spike, che di per se stesse sono innocue, abitua l'organismo a produrre rapidamente anticorpi che le "soffocano" e impediscono loro di collegarsi ai recettori delle cellule.

Ciascun team affronta il problema a modo suo. Per il vaccino in sviluppo all'Università di Oxford si inietta la sequenza genetica (il DNA) della proteina spike nel sangue. Le cellule del nostro organismo usano la sequenza per "rifabbricare" la proteina spike innescando la risposta immunitaria ad essa. L'azienda Moderna ha un altro approccio, che consiste nell'iniettare il materiale genetico in un'altra forma (RNA

GETTY IMAGES, SCIENCE PHOTO LIBRARY, REUTERS

IN ALTO: **Una conferenza sulla pandemia della COVID-19 di Tedros Adhanom Ghebreyesus, direttore generale dell'Organizzazione Mondiale della Sanità**

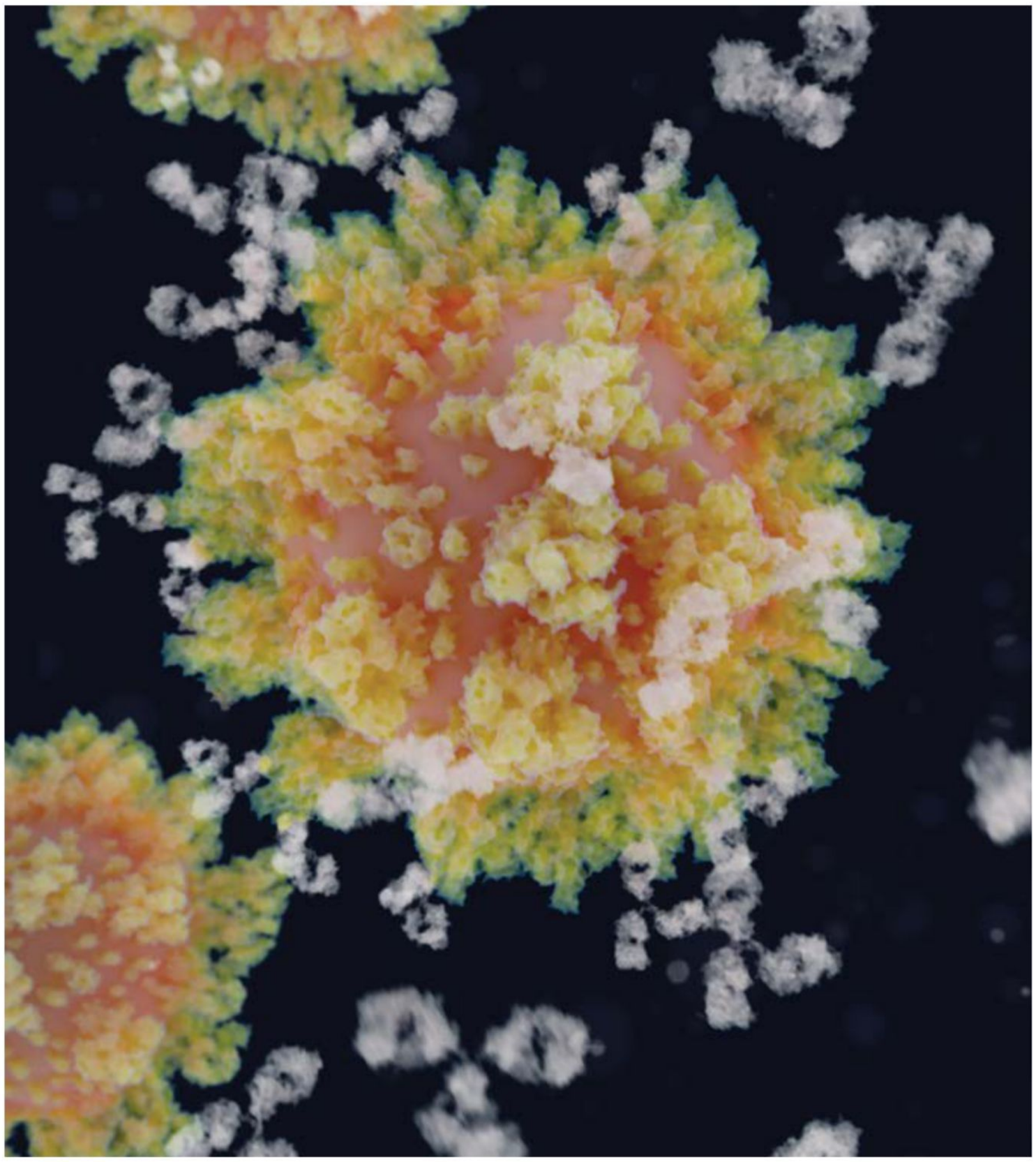
anziché di DNA). O ancora, il vaccino in studio all'Università di Pittsburgh inietta la proteina spike stessa con un cerotto di micro-aghi, che dopo essere penetrati nella pelle si dissolvono.

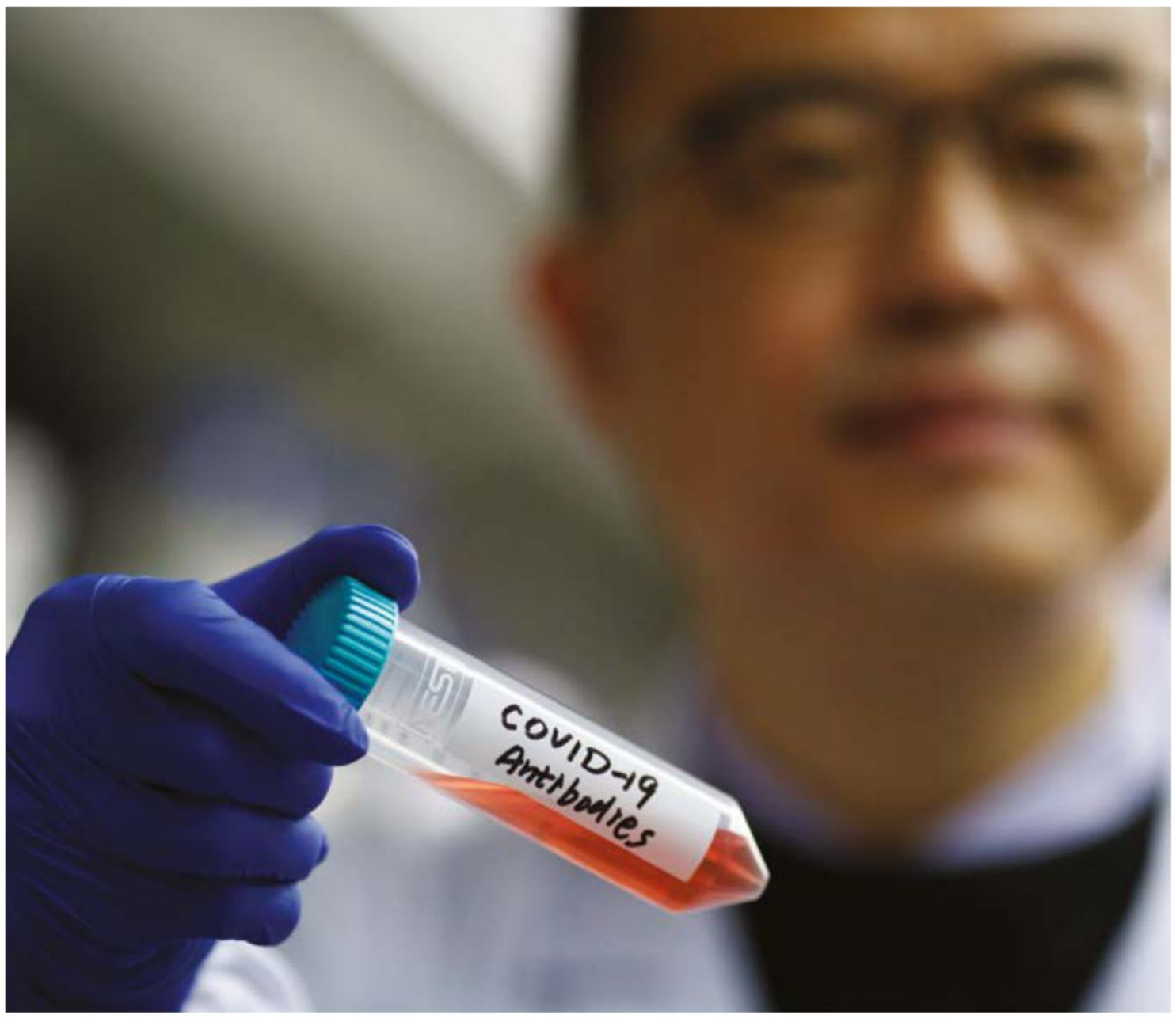
Per portare il DNA della proteina spike dentro le nostre cellule i ricercatori di Oxford l'hanno impacchettata in un "vettore virale", che altro non è che un virus trasportatore appartenente al gruppo degli adenovirus, prelevato dagli scimpanzé e opportunamente modificato. "Il vettore viene indebolito", spiega la Lambe, "in modo che non possa replicarsi e non provochi alcuna malattia".

Al momento in cui scriviamo questo articolo sono almeno otto i vaccini che hanno già iniziato i test sull'uomo, compresi quello dell'americana Moderna, quello di Oxford e quello della cinese CanSino Biologics (anche quest'ultimo impiega un vettore virale a base di adenovirus).

TEMPISTICHE DEI TEST

Dopo aver ricevuto la sequenza genetica del virus in gennaio, il primo passo del team di Oxford è stato identificare il DNA della proteina spike, che è stato poi clonato e usato per creare un vaccino per i test pre-clinici. "Prima di arrivare ai test clinici", dice Lambe, "qualunque farmaco o vaccino deve essere testato su modelli animali".





SOPRA: **In questa illustrazione, anticorpi che rispondono a un'infezione da coronavirus**

I test pre-clinici hanno dimostrato che il vaccino è efficace nel produrre anticorpi che impediscono al SARS-CoV-2 di legarsi alle cellule, oltre ad aumentare i livelli di un globulo bianco chiamato "cellula T", un'altra arma usata dall'organismo per distruggere le cellule infette e rallentare la replicazione dei virus.

Nella Fase I ci si concentra proprio sulla sicurezza del vaccino: "Ai volontari si iniettano solo dosi che hanno già dato prova di non presentare rischi in test clinici con vaccini simili", spiega ancora Teresa Lambe, "e li si tiene sotto stretta osservazione per i successivi due o tre giorni". Oltre a controllare

CHI VERRÀ VACCINATO PER PRIMO?

Quando il vaccino per il SARS-CoV-2 verrà realizzato, esisterà inizialmente in scorte limitate, in attesa che la produzione massiccia abbia inizio. È dunque probabile che verrà data priorità agli operatori sanitari, che entrano continuamente in contatto con i pazienti COVID-19, nonché alle persone anziane e a quelle con patologie pregresse, che risultano più vulnerabili rispetto al resto della popolazione.

Chi non rientra in queste categorie dovrà aspettare un po' di più: "Dubito che io o voi lo riceveremo in meno di un anno", dice Maria Bottazzi, parte di un team che lavora a un vaccino per la Baylor University, in Texas.

In una prospettiva ancora più globale, c'è il problema di come distribuire equamente il vaccino tra i vari paesi: durante la pandemia del 2009 dovuta all'influenza suina, i paesi ricchi si precipitarono a piazzare ordini anticipati presso le ditte produttrici, e di conseguenza i paesi più poveri si ritrovarono con scorte più limitate. Un altro problema ancora riguarda il fatto che nei paesi in via di sviluppo la produzione potrebbe incontrare difficoltà se i primi vaccini a essere approntati dovessero richiedere tecnologie innovative. Si tratta di domande a cui bisogna trovare risposta mentre ci avviciniamo all'avere un vaccino approvato.

SHUTTERSTOCK, GETTY IMAGES

SOPRA: **Un ciclista percorre Regent Street, vuota e spettrale durante il lockdown di Londra.**
IN ALTO A DESTRA: **Le misure per rallentare la diffusione della COVID-19 hanno cambiato le nostre vite**

la presenza di eventuali effetti collaterali come dolori muscolari o mal di testa, i ricercatori misurano i livelli di cellule T e di anticorpi nel sangue dei volontari.

Quando il vaccino si è dimostrato sicuro ed efficace, si procede con le Fasi II e III, durante le quali si aumenterà in modo significativo il numero dei volontari, la metà dei quali riceverà il vaccino contro la COVID-19, per constatare quanto il vaccino può proteggere nel mondo reale: i volontari che avranno ricevuto il vaccino verranno monitorati e il loro tasso di infezione sarà confrontato con quello dei volontari non vaccinati.

IL GIOCO DELL'ATTESA

I processi di osservazione e misurazione non possono essere accelerati: attendere i loro tempi è l'essenza del test clinico. Serve poi altro tempo perché gli organi legali controllino sicurezza ed efficacia dei nuovi vaccini, e anche una volta che un vaccino è stato approvato si deve attendere che venga materialmente prodotto. "Nessuno vuole dare il via alla produzione di qualcosa finché non si ha la certezza che funzioni per davvero", dice John Tregoning, esperto di infezioni respiratorie e sviluppo di vaccini presso l'Imperial College London.

Il team di Oxford sta tentando di spianare il terreno per la produzione di massa: "In contemporanea ai test stiamo lavorando duramente per metterci nelle condizioni di avere una gran quantità di dosi disponibili il più presto possibile", dice la Lambe. "Auspicabilmente, per la fine dell'anno ne avremo nell'ordine dei milioni". All'inizio, tuttavia, il vaccino non sarà a disposizione di tutti, ma verrà somministrato

"MEGLIO AVERE UNA PRODUZIONE LOCALE E DIFFUSA, E UN PROCEDIMENTO CHE SIA RAPIDO E FACILE DA REPLICARE. PIÙ VACCINI CI SARANNO E PIÙ RAPIDAMENTE LI SI POTRÀ FAR ARRIVARE ALLA POPOLAZIONE"

alle categorie identificate come prioritarie.

Anche gli altri partecipanti alla "corsa" si muovono su scale temporali simili: la maggior parte stima di poter avere un vaccino disponibile in un tempo compreso tra un anno e un anno e mezzo, un'impresa incredibile se si considera che normalmente sviluppo e approvazione richiedono più o meno un decennio. La "corsa" potrebbe concludersi con diversi vaccini prodotti in parallelo. "Quando si arriva al punto in cui il mondo necessita un farmaco in miliardi di dosi", dice Tregoning, "è senz'altro più saggio non impiegare una sola tecnologia in una sola fabbrica. Meglio avere una produzione locale e diffusa, e un procedimento che sia rapido e facile da replicare. In quest'ottica, più vaccini ci saranno e più rapidamente li si potrà far arrivare alla popolazione".

Ma, quando tutto sarà finito e avremo un vaccino, in che situazione ci troveremo? I coronavirus hanno la maledetta abitudine di spuntare all'improvviso dal nulla: dovremo affrontare un'altra corsa al vaccino quando si presenterà un nuovo virus?

Shibo Jiang dell'Università di Fudan, in Cina, dice di avere la soluzione. In collaborazione con alcuni colleghi cinesi e con il New York Blood Center, negli Stati Uniti, ha sviluppato un particolare tipo di molecola chiamato peptide, che si lega a una specifica regione della proteina spike del SARS-CoV-2 e impedisce al virus di penetrare nelle cellule. La sua ricerca è stata pubblicata sulla rivista *Cellular & Molecular Immunology*. L'aspetto più importante è che questa regione presente sulla proteina spike è simile in vari coronavirus: ciò significa che la molecola potenzialmente può funzionare come vaccino o come terapia anche per altri virus che potrebbero presentarsi in futuro.

"È un trattamento che non si somministra per iniezione ma per inalazione", spiega Jiang. "Quindi lo si potrebbe assumere a casa, senza bisogno di andare in ospedale".
A suo dire, l'unica cosa che tiene ferma questa ricerca al momento è la mancanza di fondi per procedere ai test pre-clinici.

Ma se i finanziamenti arrivassero e con essi i risultati, per la scienza significherebbe non dover più affrontare altre frenetiche battaglie contro nuovi coronavirus. E non lo dovremmo fare neanche noi. ■

ANDY RIDGWAY (@AndyRidgway1) *è uno scrittore scientifico freelance che vive a Bristol*

I FANTASMI NELLA MACCHINA

Novant'anni dopo essere stato previsto e a 25 anni da quando è stato assegnato il premio Nobel per la sua scoperta, il neutrino continua a sorprenderci. Potrebbe anzi essere addirittura la chiave per capire ogni cosa...

Testi: MARCUS CHOWN

L'interno del grande spettrometro elettrostatico, il cuore del Karlsruhe Tritium Neutrino Experiment, KATRIN

MICHAEL ZACHER

I fisici si stanno avvicinando a comprendere la massa del neutrino, la particella subatomica più sfuggente dell'Universo. L'ultima misurazione accuratissima, eseguita con un esperimento svolto in Germania, mostra che il neutrino ha una massa circa mezzo milione di volte inferiore a quella dell'elettrone, la particella più leggera della normale materia atomica. Secondo il Modello standard, culmine di 300 anni di fisica, che descrive i componenti fondamentali della materia e le tre forze non gravitazionali che li tengono uniti, il neutrino dovrebbe essere privo di massa. Quindi perché dovremmo preoccuparci di misurarne la massa (per quanto minuscola essa possa essere)? Il fatto è che questo può fornire indizi determinanti per l'agognata "teoria del tutto", una teoria fisica fondamentale e unificante, di cui si ritiene che il Modello standard sia solo un'approssimazione.

A CACCIA DELLA PARTICELLA FANTASMA

L'ultima misurazione del neutrino è stata effettuata a Karlsruhe, in Germania, dove i fisici hanno sfruttato il "decadimento beta" del trizio. Il trizio è un tipo pesante – tecnicamente, un "isotopo" – di idrogeno. Nel decadimento beta, il nucleo instabile di un atomo rilascia energia in eccesso emettendo un elettrone e un antineutrino (il neutrino e il suo gemello di "antimateria" hanno la stessa massa). I neutrini sono incredibilmente asociali e interagiscono così di rado con la materia normale da poter passare senza ostacoli attraverso diversi anni luce di piombo. Di conseguenza, i fisici del Karlsruhe Tritium Experiment (KATRIN) devono dedurre la massa del neutrino dalle misurazioni effettuate sui corrispondenti elettroni, una cosa possibile perché la quantità di energia emessa dai nuclei di trizio è sempre uguale. L'energia si ripartisce tra l'elettrone e il neutrino: se un elettrone ha molta energia, vuol dire che il neutrino associato ne ha solo un po'. Quindi, se i fisici fanno in modo che solo gli elettroni più energetici raggiungano il rivelatore, ciò assicura che i neutrini associati abbiano pochissima energia, il che consente di effettuare una lettura più accurata della massa dei neutrini.

KATRIN è un oggetto straordinario dal punto di vista tecnologico. Ha richiesto 18 anni di progettazione e costruzione, pesa 200 tonnellate ed è costato circa 50 milioni di euro. È gestito da un team di 150 persone appartenenti a sei istituzioni internazionali e ha prodotto il suo primo risultato dopo appena un mese di attività, in cui aveva osservato due milioni di elettroni. L'esperimento ha scoperto che il neutrino non può avere una massa maggiore di 1,1 eV (dato che Einstein ha dimostrato che la massa è una forma di energia, i fisici misurano le masse delle particelle subatomiche con unità di misura dell'energia: un eV è un elettronvolt). Per fare un paragone, un elettrone ha una massa di 500.000 eV. "È un risultato incredibile", afferma Melissa Uchida, fisica dei neutrini all'Università di Cambridge. "L'incertezza su questo limite per la massa è 100 volte più accurata della precedente migliore stima".

C'è però un cosa da tenere presente, e non di poco conto. Il neutrino elettronico è solo uno dei tre tipi, o "sapori", di neutrino; è associato all'elettrone, ma si sono anche il neutrino muonico, associato a una particella più pesante che si chiama muone, e il neutrino tauonico, associato al tauone, ancora più pesante.

Il neutrino ha anche tre stati di massa distinti ma, cosa importante, non corrispondono ai sapori: ogni neutrino è una diversa miscela di tutte e tre le masse. Immaginiamo un animale che sia per il 25 per cento un gatto, per il 25 per cento un cane e per il 50 per cento una giraffa: questo dà un'idea della stranezza dei neutrini. Quando un neutrino di un certo tipo sfreccia nello Spazio, le sue singole componenti di massa viaggiano a velocità diverse e, di conseguenza, le proporzioni relative di ciascuno stato di massa cambiano. Ciò ha come effetto un neutrino che "oscilla" tra l'essere elettronico, muonico e tauonico.

Le misurazioni delle oscillazioni dei neutrini forniranno stime delle differenze tra le masse dei tre neutrini. È importante notare che KATRIN fissa un limite superiore

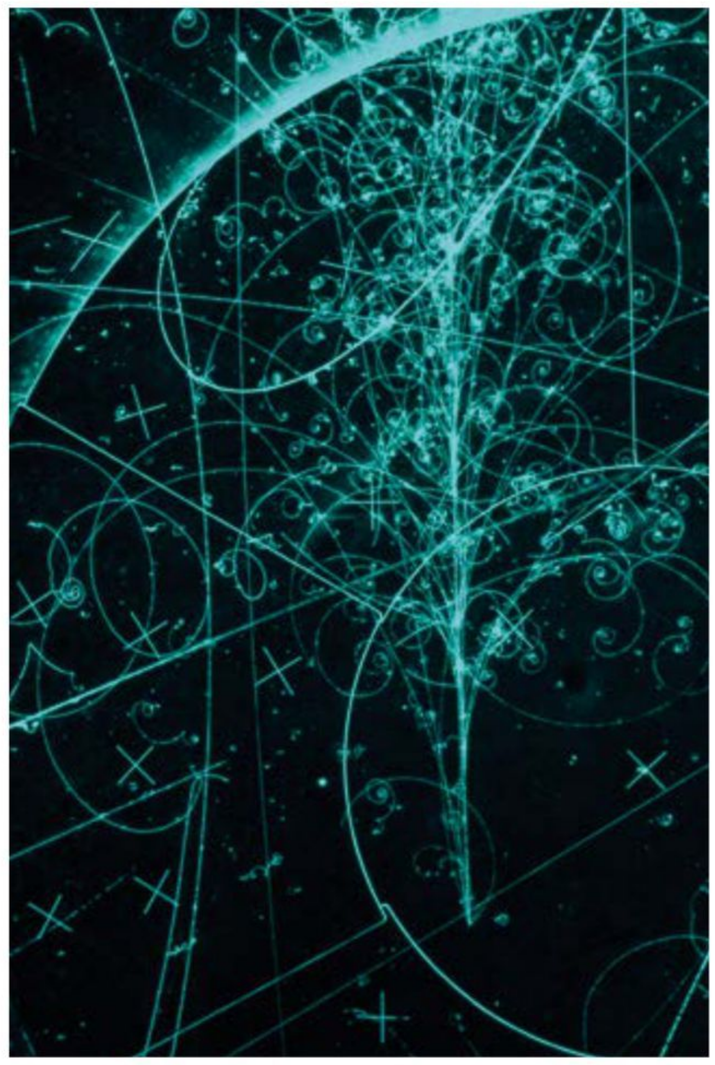
KATRIN COLLABORATION, GETTY IMAGES X2

UN'IDEA RIVOLUZIONARIA...

Zurigo, Svizzera, dicembre 1930. Wolfgang Pauli stava vivendo il periodo peggiore della sua vita. Sua madre si era suicidata due anni prima, e questo l'aveva spinto a voltare le spalle alla Chiesa cattolica. Aveva sposato da poco una ballerina di cabaret di Berlino, che in men che non si dica l'aveva lasciato per andare a vivere con un nuovo fidanzato, un chimico. Pauli aveva persino chiesto aiuto al grande psicanalista Carl Jung. Per fortuna aveva qualcosa che lo distraeva dai tanti problemi personali: la fisica. Alla fine degli anni '20 del secolo scorso i fisici non sapevano che pesci prendere circa l'enigma del decadimento beta. È un fenomeno in cui un nucleo "radioattivo", cioè instabile, si libera dell'energia in eccesso emettendo un elettrone. La stranezza è che gli elettroni espulsi non hanno sempre la stessa energia. È quasi incredibile: nel passare da uno stato instabile a uno più stabile, un nucleo rilascia una quantità ben definita di energia, esattamente come una pistola che spara un proiettile, ma i veri proiettili vengono

A SINISTRA: **Lo spettrometro principale dell'esperimento KATRIN. KATRIN ha l'obiettivo di misurare la massa del neutrino, vitale per comprendere l'Universo**

SOTTO: **Quando un neutrino entra nella camera a bolle, collide con un elettrone, fornendogli energia sufficiente per sospingere particelle cariche lungo percorsi elicoidali, che qui compaiono come riccioli che si diramano dal percorso del neutrino**



sempre espulsi con la stessa energia; non succede mai che uno venga sparato ad alta velocità, il successivo a una velocità inferiore e quello ancora dopo così lentamente che cade giù dalla canna della pistola.

Pauli, nonostante i drammi della sua vita personale, aveva tutte le carte in regola per poter risolvere l'enigma del decadimento beta. Era uno degli artefici della meccanica quantistica, concepita nel secondo decennio del Novecento per descrivere il mondo controintuitivo dell'atomo e dei suoi costituenti. Come è noto, al termine di una lezione tenuta da Einstein, si era alzato in piedi e aveva detto al pubblico: "Ciò che ha detto il professor Einstein non è del tutto stupido".

Pauli combatté per molti mesi con il problema del decadimento beta. La soluzione che trovò fu rivoluzionaria: forse, nel decadimento beta, l'elettrone non è solo, bensì viene emesso insieme a un'altra particella. Pensiamo di nuovo alla pistola; se il proiettile esce dalla canna insieme a un secondo oggetto e quest'ultimo prende solo una piccola quantità dell'energia totale, il proiettile ne prenderà il grosso; se è il secondo oggetto a prendere la maggior parte dell'energia disponibile, il proiettile potrebbe avere così poca energia da cadere appena fuori dalla bocca della pistola. Poteva essere questa la soluzione all'enigma del decadimento beta? C'era davvero una seconda particella? Visto che una tale particella non era mai apparsa in nessun esperimento, doveva essere molto sfuggente. Pauli ne previde le proprietà: carica elettrica nulla, massa nulla e capacità di attraversare la materia senza essere fermata. Immaginò anche che la particella potesse penetrare uno spessore di 10 centimetri di piombo senza difficoltà; i fisici successivi si resero conto che sarebbe stato necessario uno strato di piombo spesso molti anni luce per fermare una particella di questo tipo. Pauli battezzò l'ipotetica particella "neutrone". Quando però nel 1932 venne scoperta una controparte priva di carica del protone – quello che oggi chiamiamo appunto neutrone – Enrico Fermi ribattezzò la particella di Pauli "neutrino".

Il neutrino era, per dirla con Pauli, un "rimedio disperato". "Ho fatto una cosa terribile", disse. "Ho postulato una particella che non si può osservare". Pauli scommise addirittura una cassa di champagne che nessuno sarebbe mai riuscito a catturare un neutrino. Non aveva però fatto i conti con l'ingegno umano...

LA SCOPERTA DEL NEUTRINO

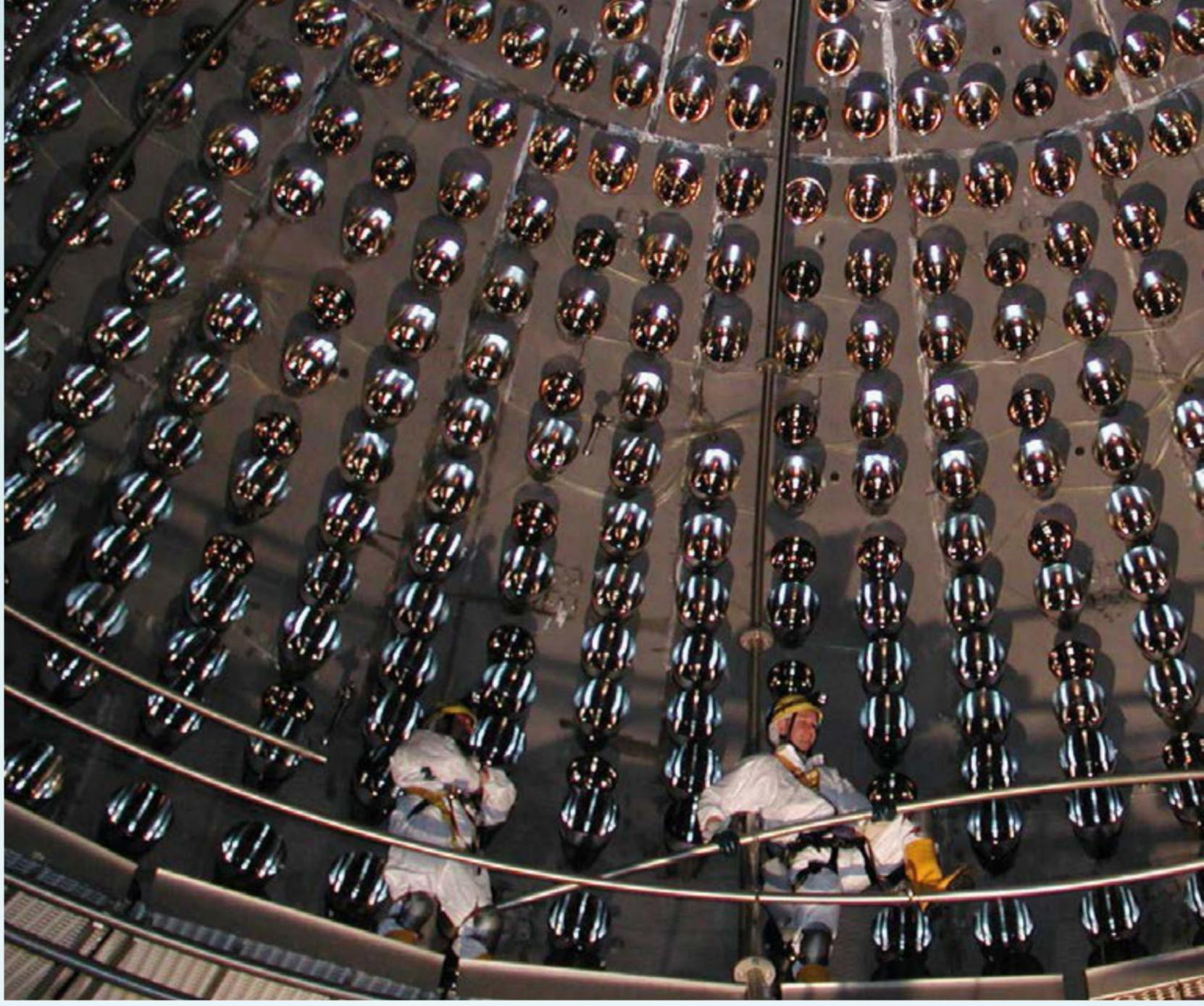
Savannah River, Carolina del Sud, 14 giugno 1956. Frederick Reines aveva trascorso gran parte degli anni '50 a far esplodere bombe nucleari nell'Oceano Pacifico. Una, che aveva 700 volte il potere distruttivo della bomba di Hiroshima, aveva vaporizzato un'intera isola, creando una nube radioattiva larga 150 chilometri, e scavato nel fondo dell'oceano un buco largo più di due chilometri e profondo come un edificio di 16 piani. Ma Reines se n'era stufato; aveva convinto il direttore della divisione teorica che si occupava dei test atomici a Los Alamos, nel New Mexico, a concedergli una pausa dai test per pensare alla fisica. Per diversi mesi rimase seduto in un ufficio spoglio a fissare un foglio bianco, ponendosi la domanda: "Che vuoi fare della tua vita?".

Reines partì per un convegno a Princeton, nel New Jersey, ma l'aereo ebbe problemi a un motore e fu costretto a fare scalo a Kansas City. Sull'aereo c'era un altro scienziato che si occupava di bombe, Clyde Cowan, che Reines conosceva di vista ma con cui non aveva mai parlato. A Kansas City si resero conto che andavano d'accordo. Quando si misero a parlare di fisica fondamentale, si posero una domanda: "Qual è l'esperimento più difficile del mondo?". Entrambi concordarono all'istante: rilevare il neutrino. Decisero immediatamente di usare "l'attitudine al fare" sviluppata durante il programma nucleare, per cercare di catturare la particella più sfuggente dell'Universo.

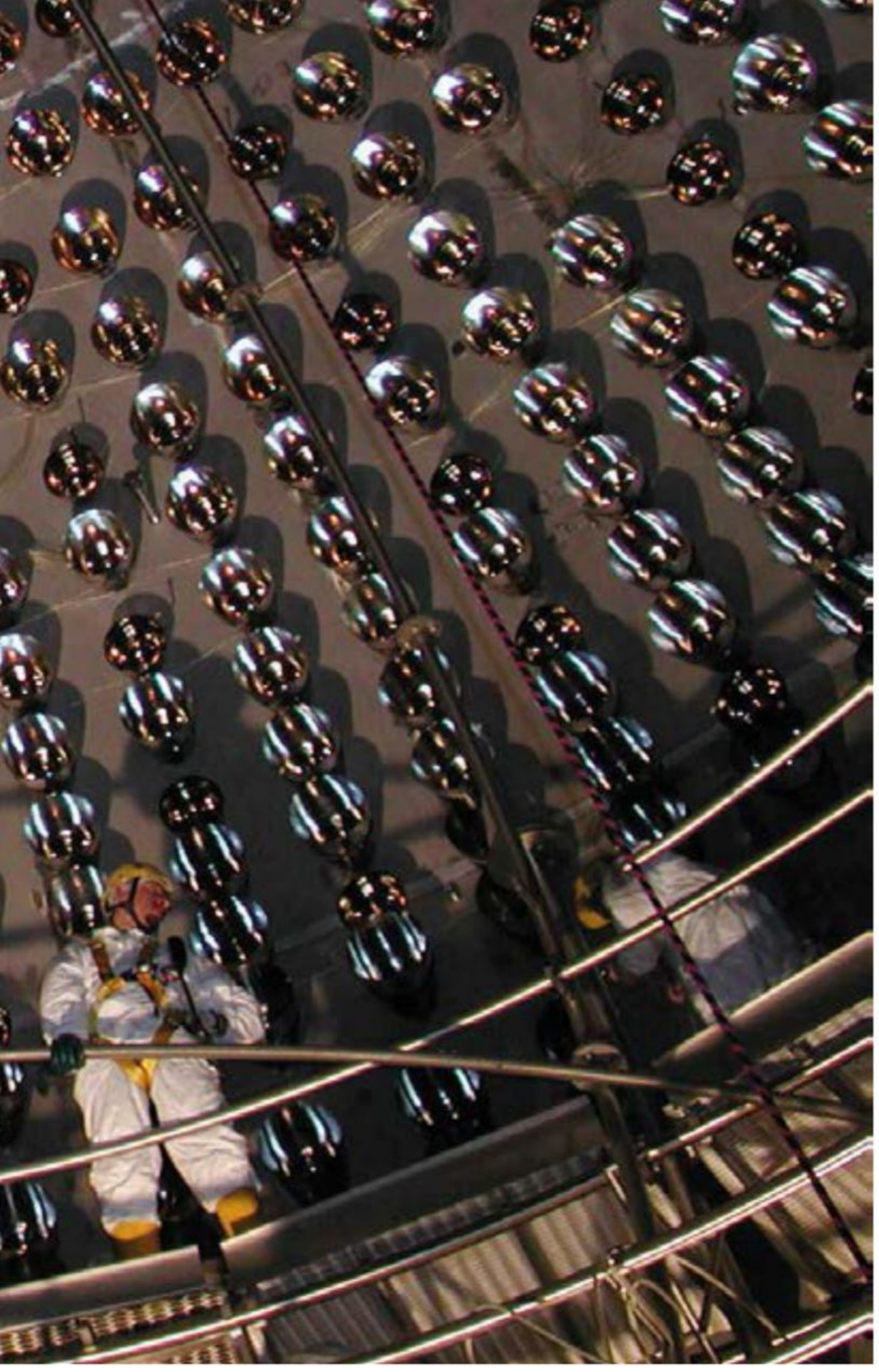
La loro prima idea fu di posizionare un rivelatore di neutrini a 50 metri dal punto zero di un'esplosione nucleare. Fecero scavare un pozzo verticale profondo 50 metri nel sito di test in Nevada. Se, all'istante della detonazione, si fosse lasciato cadere nel pozzo il rivelatore, si sarebbe trovato in caduta libera, isolato dalle onde d'urto che avrebbero risuonato attraverso il terreno. In fondo al pozzo la caduta del rivelatore sarebbe stata attutita da uno spesso strato di gommapiuma e piume. Reines e Cowan intendevano recuperare il rivelatore diversi giorni dopo, quando i livelli di radiazione fossero tornati abbastanza bassi da poter rischiare una rapida incursione. Poi però cambiarono idea e decisero di usare un reattore nucleare al posto della bomba. Sebbene un reattore fosse una fonte di neutrini mille volte più debole di un ordigno nucleare, aveva il vantaggio che un rivelatore poteva assorbire neutrini per mesi o addirittura anni, anziché per i pochi secondi disponibili al momento di un'esplosione. Reines e Cowan trovarono un reattore ideale presso lo stabilimento di Savannah River, una struttura per la fabbricazione di trizio e plutonio per le bombe nucleari. Per schermare l'esperimento dai neutroni vaganti avevano ipotizzato di utilizzare sacchi di piselli dagli occhi neri. Una sorta di omaggio alla cucina locale della Carolina del Sud. L'dea si scontrò con la dura realtà: la segatura bagnata era più facile ed economica da ottenere nelle quantità necessarie. Fu al reattore P dello stabilimento di Savannah River che, il 14 giugno 1956, Reines e Cowan finalmente catturarono i neutrini (a rigore, antineutrini).

Il loro telegramma a Wolfgang Pauli diceva: "Siamo lieti di informarla che siamo certi di aver rilevato neutrini da frammenti di fissione, osservando il decadimento beta inverso dei protoni [...] Frederick Reines, Clyde Cowan".

Il giorno successivo Pauli inviò una risposta dall'ETH Zürich, il Politecnico federale svizzero: "Frederick REINES e Clyde COWAN, Casella postale 1663, LOS ALAMOS, Nuovo Messico. Grazie per il messaggio. Tutto arriva a chi sa aspettare. Pauli".



SOPRA: **Un chilometro e mezzo sotto il Gran Sasso, a circa 150 chilometri da Roma, questa sfera in acciaio inossidabile fa parte del rivelatore di neutrini utilizzato per individuare i geoneutrini**
SOTTO: **La bandiera statunitense è appesa con orgoglio al reattore P dello stabilimento di Savannah River, usato per rilevare il neutrino nel 1956, uno degli esperimenti più significativi della fisica moderna**



PAOLO LOMBARDO/INFN-MI, US DEPARTMENT OF ENERGY

per una massa, ma non conosciamo ancora la gerarchia di massa dei neutrini, se cioè i neutrini elettronici, muonici e tauonici abbiano massa progressivamente maggiore come gli elettroni, i muoni e i tauoni.

Comprendere le oscillazioni dei neutrini e le loro masse è di vitale importanza. Se il "rimescolamento" tra gli stati di massa dei neutrini fosse abbastanza elevato, potrebbe indicare che la natura consente un fenomeno che, in termini tecnici, "viola la simmetria carica-parità", il che farebbe sì che gli antineutrini si comportino diversamente dai neutrini. In questo modo si favorirebbe la produzione di materia rispetto all'antimateria e si potrebbe risolvere uno dei più importanti enigmi della cosmologia: il motivo per cui viviamo in un Universo fatto di materia. "Secondo il Modello standard, tutti i processi che coinvolgono le particelle fondamentali creano uguali quantità di materia e antimateria", spiega Uchida. "Pertanto non dovremmo esistere [perché quando particelle di materia e antimateria si incontrano, si annichilano a vicenda]!"

RIPENSARE L'UNIVERSO PRIMORDIALE

È possibile che le oscillazioni dei neutrini rivelino l'esistenza di un quarto neutrino "sterile", che interagirebbe con la materia così raramente da far apparire gli altri tre sapori veramente socievoli. La massa totale di tutti e tre (o più) i tipi di neutrino ha conseguenze per l'Universo, poiché i neutrini sono la seconda particella subatomica più comune, dopo i fotoni. Nell'Universo delle origini la loro notevole gravità avrebbe aiutato la materia a radunarsi insieme formando le prime galassie. Maggiore è la massa dei neutrini, più è stato precoce il loro rallentamento dopo il Big Bang e più il nostro Universo dovrebbe essere denso. Di conseguenza, conoscere le masse dei neutrini aiuta a definire il modello cosmologico che meglio descrive il nostro Universo. Se le osservazioni degli astronomi sulla densità dell'Universo contraddicono questo modello, diventa più verosimile che ci sia qualcosa al di là del Modello standard. ■

MARCUS CHOWN è divulgatore e giornalista scientifico

IL MODELLO STANDARD DELLE PARTICELLE ELEMENTARI

u up	c charm	t top	g gluone	H Higgs
d down	s strange	b bottom	Y fotone	
e elettrone	μ muone	τ tauone	Z bosone Z	
ν_e neutrino elettronico	ν_μ neutrino muonico	ν_τ neutrino tauonico	W bosone W	

QUARK LEPTONI BOSONI DI GAUGE BOSONI SCALARI

Queste sono le particelle elementari che complessivamente formano il Modello standard della fisica delle particelle. Tutti gli atomi dell'Universo sono formati solo da elettroni e da quark "up" e "down", che interagiscono tra loro e si uniscono con l'aiuto di gluoni e fotoni. I gluoni sono i portatori della cosiddetta "interazione forte" che tiene uniti i quark formando protoni e neutroni, i costituenti dei nuclei atomici. I fotoni trasmettono la forza elettromagnetica che agisce tra particelle cariche elettricamente, come gli elettroni.
Anche le altre particelle nella tabella sono importanti, ma per motivi meno evidenti. Per esempio, ogni secondo, attraverso ogni centimetro quadrato del nostro corpo, sfrecciano circa 60 miliardi di neutrini elettronici. Questi neutrini nascono all'interno del Sole, come sottoprodotto del processo di fusione che trasforma l'idrogeno in elio. L'"interazione debole" è responsabile di questo processo di fusione nucleare ed è trasmessa dalle particelle W e Z.
Le particelle nella seconda e terza colonna del Modello standard sono simili a copie più pesanti di quelle nella prima colonna. L'esistenza di queste particelle più pesanti fu fondamentale nel determinare il comportamento dell'Universo poco dopo il Big Bang.

SPREA EDITORI

È PARTNER BBC PER L'ITALIA

BBC **SCIENZE**
RICERCA • TECNOLOGIA • ATTUALITÀ • FUTURO

BBC TopGear

BBC History

VUOI ABBONARTI A SCIENZE O HISTORY?

Contatta il nostro servizio abbonamenti o vai al sito **www.sprea.it**

LE RIVISTE SPREA BBC SONO DISPONIBILI
IN TUTTE LE EDICOLE IN VERSIONE CARTACEA E DIGITALE

Scansiona il QR Code

Abbonati e acquista la tua rivista su www.sprea.it anche in versione digitale

ABBONATI

ALLA TUA RIVISTA PREFERITA

LA RICEVI A CASA PRIMA DELL'EDICOLA

Con l'abbonamento cartaceo la versione digitale è in **OMAGGIO**!

25,90€

invece di ~~35,40€~~

Disponibile su App Store

DISPONIBILE ANCHE IN VERSIONE DIGITALE

Scansiona il QrCode per abbonarti oppure contattaci

Telefono
02 87168197

online
www.sprea.it

email
abbonamenti@sprea.it

WhatsApp
320 6126518

Informativa ex Art.13 LGS 196/2003. I suoi dati saranno trattati da Sprea SpA, nonché dalle società con essa in rapporto di controllo e collegamento ai sensi dell'art. 2359 c.c. titolari del trattamento, per dare corso alla sua richiesta di abbonamento. A tale scopo, è indispensabile il conferimento dei dati anagrafici. Inoltre previo suo consenso i suoi dati potranno essere trattati dalle Titolari per le seguenti finalità: 1) Finalità di indagini di mercato e analisi di tipo statistico anche al fine di migliorare la qualità dei servizi erogati, marketing, attività promozionali, offerte commerciali anche nell'interesse di terzi. 2) Finalità connesse alla comunicazione dei suoi dati personali a soggetti operanti nei settori editoriale, largo consumo e distribuzione, vendita a distanza, arredamento, telecomunicazioni, farmaceutico, finanziario, assicurativo, automobilistico e ad enti pubblici ed Onlus, per propri utilizzi aventi le medesime finalità di cui al suddetto punto 1) e 2). Per tutte le finalità menzionate è necessario il suo esplicito consenso. Responsabile del trattamento è Sprea SpA via Torino 51 20063 Cernusco SN (MI). I suoi dati saranno resi disponibili alle seguenti categorie di incaricati che li tratteranno per i suddetti fini: addetti al customer service, addetti alle attività di marketing, addetti al confezionamento. L'elenco aggiornato delle società del gruppo Sprea SpA, delle altre aziende a cui saranno comunicati i suoi dati e dei responsabili potrà in qualsiasi momento essere richiesto al numero +39 0287168197 "Customer Service". Lei può in ogni momento e gratuitamente esercitare i diritti previsti dall'articolo 7 del D.Lgs.196/03 – e cioè conoscere quali dei suoi dati vengono trattati, farli integrare, modificare o cancellare per violazione di legge, o opporsi al loro trattamento – scrivendo a Sprea SpA via Torino 51 20063 Cernusco SN (MI).

SCIENZA ITALIA

LE ULTIME RICERCHE DA UNIVERSITÀ E LABORATORI DI CASA NOSTRA

Ricostruzione dell'aspetto di *Spinosaurus* in vita

ILLUSTRAZIONE: DAVIDE BONADONNA

La scoperta che cambia la storia dei DINOSAURI

Grazie allo straordinario ritrovamento del fossile della coda di uno spinosauro (*Spinosaurus aegyptiacus*) oggi sappiamo che questo dinosauro si era evoluto per una vita in acqua. Una scoperta epocale che, grazie anche a un team di ricercatori italiani, riscrive i libri di paleontologia

di **EMILIO VITALIANO**

Per anni abbiamo sentito dire che i dinosauri erano animali terrestri. Oggi una scoperta, effettuata da un team internazionale di paleontologi, con numerosi italiani, riscrive la loro storia. "Tra il 2015 e il 2019 abbiamo condotto una serie di scavi nel deserto del Kem Kem (all'interno del Sahara marocchino) che hanno portato per la prima volta al ritrovamento della coda di uno spinosauro", racconta il paleontologo Cristiano Dal Sasso. Grazie a questa scoperta e allo studio del fossile, pubblicato anche sulla prestigiosa rivista *Nature*, i ricercatori hanno potuto affermare che lo spinosauro (*Spinosaurus aegyptiacus*), un gigantesco predatore che viveva nel Cretaceo, era un animale prevalentemente acquatico.

Test di laboratorio condotti in acqua all'Università di Harvard hanno dimostrato che nuotava grazie a una coda lunga, alta e piatta come quella di alcuni tritoni di oggi, mai vista prima in nessun altro dinosauro.

COME IN UNA AVVENTURA

Portare alla luce la coda non è stata un'impresa da poco. Le campagne di scavo sono state difficili, sia per il luogo inospitale in cui era sepolto il fossile, sia per il faticoso lavoro che ha impegnato l'intero team di studiosi. "Pianificare l'attività necessaria per rendere operativo un sito in cui si spera di trovare ossa risalenti a milioni di anni fa non è certo una cosa da niente", assicura Dal Sasso. "Sono necessari amore per il proprio lavoro, abnegazione ed esperienza. Nella mia carriera ho partecipato a numerosi scavi e quelli portati avanti in Marocco sono stati tra i più disagevoli". Ogni mattina, dal luogo in cui il team pernottava erano necessarie circa tre ore di strada per raggiungere il sito. "Sveglia intorno alle sei e poi via sui fuoristrada con cui si percorreva prima un'ora e mezza di strada asfaltata e poi una mezz'ora di sterrato", racconta Dal Sasso. "Scesi dai mezzi, però, non era finita: serviva ancora un'altra buona ora a piedi per arrivare finalmente

FOTO: GABRIELE BINDELLINI

Il team che ha scavato la coda dello spinosauro (settembre 2018). Da sinistra a destra, procedendo dall'alto: Simone Maganuco, Ayoub Amane, M'Barek Fouadassi, Nizar Ibrahim, Samir Zouhri, Cristiano Dal Sasso, Gabriele Bindellini, Marco Auditore, Matteo Fabbri, Diego Mattarelli, Hamid Azroal, Mhamed Azroal

a destinazione". Un percorso lungo, reso pericoloso anche dal rischio di incontrare vipere soffianti o scorpioni nascosti sotto le pietre. "Per non parlare degli zaini che pesavano una tonnellata", dice sorridendo Dal Sasso.

"Nel deserto la disidratazione non perdona, per questo ognuno di noi si portava in spalla dagli otto ai dieci litri di acqua. Le ore centrali della giornata erano troppo assolate per lavorare e ne approfittavamo per una pausa pranzo a base di scatolette e per riposarci sotto l'ombra di qualche grande masso. Appena possibile si riprendeva a lavorare fino al tramonto e subito dopo si ritornava in albergo per recuperare le forze".

LE TESSERE MANCANTI DEL PUZZLE

La coda appartiene allo stesso esemplare che già nel 2014 si era guadagnato le pagine della prestigiosa rivista *Science*. All'epoca era stata portata alla luce una parte dello scheletro, ma negli anni altre ossa hanno continuato ad affiorare, tanto che oggi questo esemplare è considerato il dinosauro predatore più completo dell'Africa continentale.

"Siamo certi che i resti della coda appartengano allo stesso esemplare ritrovato sei anni fa, non solo perché abbiamo ripreso lo scavo nel medesimo strato, a soli tre metri di distanza, ma anche perché tutte le ossa hanno dimostrato di avere lo stesso numero di anelli di crescita".

Quel fossile aveva consentito di conoscere molto della struttura dello spinosauro, un dinosauro che era stato a lungo un mistero proprio per la scarsità di resti a disposizione degli studiosi. Un primo scheletro recuperato in Egitto nel 1912, dopo aver resistito circa 100 milioni di anni nascosto tra le rocce, era stato sbriciolato da una bomba caduta, durante la Seconda guerra mondiale, sul museo in cui era custodito, in Germania. I paleontologi, quindi, hanno dovuto attendere molti anni per comprendere importanti caratteristiche anatomiche e per interpretarle in senso etologico, come la forma allungata delle mascelle (simili a quelle di un coccodrillo) e i denti conici che impedivano ai pesci di cui si cibava di scivolare via dalla bocca, le narici presenti sul muso con cui poteva respirare mantenendo le fauci sott'acqua o i fori neurovascolari sul muso con cui percepiva le piccole onde prodotte dalle prede per individuarle e assalirle. Insomma, la sua abitudine a frequentare i fiumi (per la precisione, quelli del Nordafrica), era già nota, ma mancava un particolare fondamentale: la coda non era mai stata ritrovata e gli studiosi ne avevano ipotizzata una simile a quella degli altri dinosauri.

Una considerazione inevitabile, che, però, generava delle perplessità; infatti, le zampe dello spinosauro, adatte a muoversi su terreni fangosi, dovevano anche servire per il nuoto, ma non potevano consentirgli movimenti rapidi. Come faceva allora a essere un killer efficace ed efficiente? Questa era la domanda a cui i ricercatori del team volevano dare una risposta.

CREATIVITÀ MADE IN ITALY

"Tutti noi, i più giovani in particolare, eravamo entusiasti all'idea di proseguire le ricerche sullo spinosauro", precisa Dal Sasso. "Ben presto, però, è stato chiaro

FOTO: DIEGO MATTARELLI

FOTO: CRISTIANO DAL SASSO

1 Vista del deserto di Kem Kem (Marocco sud-orientale) dal sito di scavo dello spinosauro

2 Lungo un pendio roccioso affiora lo strato che racchiude lo scheletro più completo di *Spinosaurus* mai trovato. Le prime ossa furono estratte da cercatori locali, scavando una piccola galleria. Nel corso di successive campagne di scavo (2015-2019), molti frammenti sono stati recuperati setacciando il detrito sottostante, mentre la coda è venuta alla luce a destra della galleria

3 Dopo quasi 100 milioni di anni, le ossa dello spinosauro rivedono la luce del sole. Più di 15 tonnellate di roccia sono state rimosse con un martello pneumatico negli strati più alti e poi scavate completamente a mano in prossimità dei reperti, sotto il sole cocente con temperature che sfioravano i 50 gradi centigradi

4 Particolare di due vertebre caudali ancora vicine, in una fase di scavo successiva all'immagine 3

5 Vertebra caudale quasi intatta appartenente alla parte anteriore della coda. Il letto di sabbia relativamente friabile in cui si sono depositate le ossa dello spinosauro, dello spessore di circa 30 centimetri, è ricoperto da strati rocciosi duri e compatti (parte alta della foto)

6 Una delle vertebre caudali più bizzarre, fotografata in situ: il corpo vertebrale misura meno di 10 centimetri mentre la spina neurale si allunga sul dorso per quasi 60 centimetri. Questa scoperta dimostra che la coda dello spinosauro era alta e appiattita ai lati

FOTO: GABRIELE BINDELLINI

FOTO: GABRIELE BINDELLINI

FOTO: DIEGO MATTARELLI

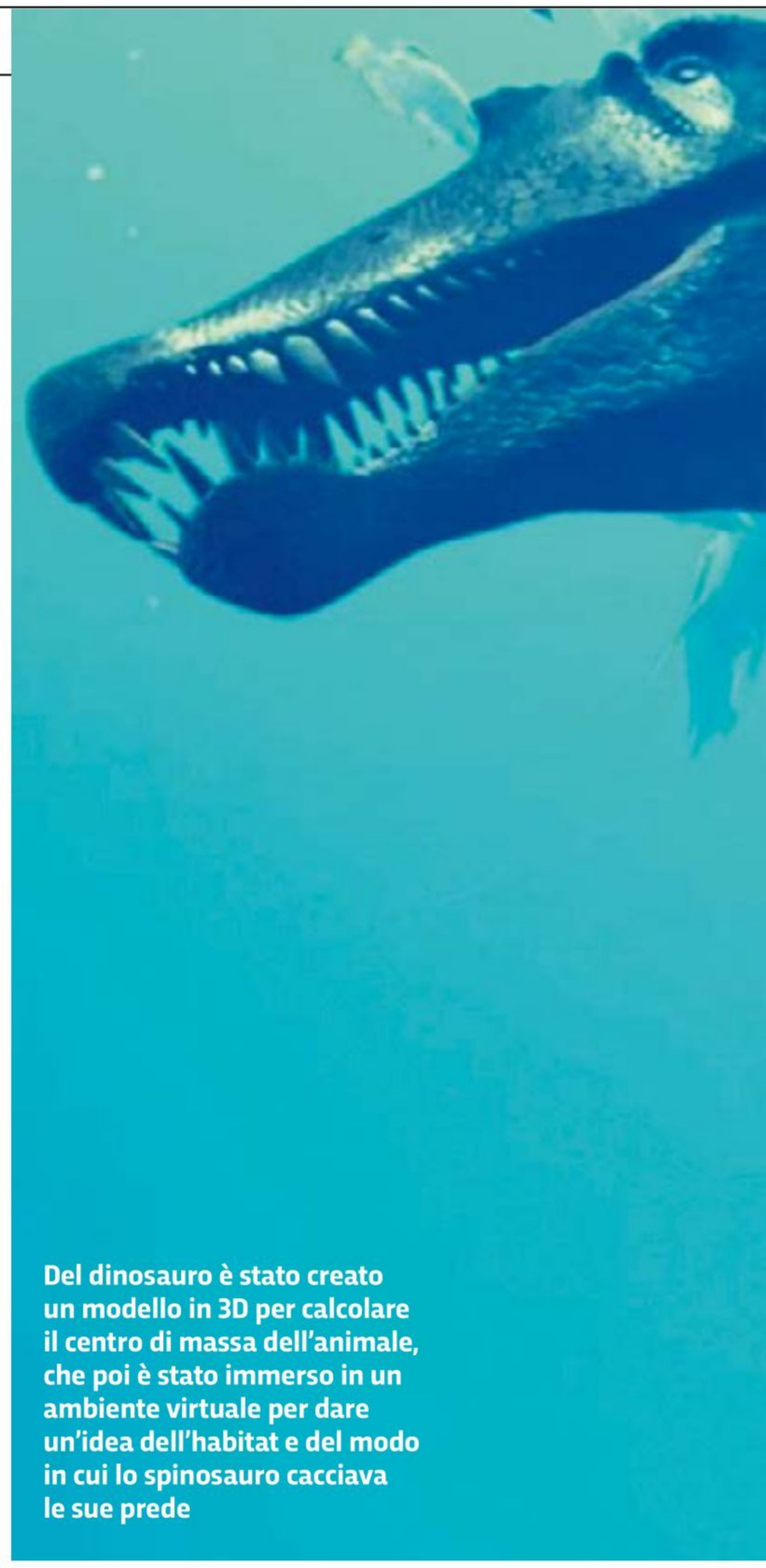
FOTO: GABRIELE BINDELLINI

"QUANDO SI ESTRAGGONO FOSSILI COSÌ ANTICHI È NECESSARIO PROTEGGERLI ADEGUATAMENTE DURANTE IL TRASPORTO"

che i mezzi a nostra disposizione non erano sufficienti per penetrare il duro strato di roccia che proteggeva le ossa da milioni di anni. Ho subito capito che la soluzione adatta era un martello pneumatico, uno di quelli con il motore a scoppio, che non necessita di un generatore di corrente, e ho suggerito ai miei colleghi di procurarcene uno. Ci siamo rivolti agli autisti dei fuoristrada noleggiati, che si sono appassionati al nostro lavoro e hanno persino partecipato agli scavi, e nel giro di un paio di giorni siamo riusciti a trovare un martello pneumatico a un prezzo molto vantaggioso. Nonostante qualche problema meccanico iniziale, l'acquisto si è rivelato la vera svolta che ci ha permesso di estrarre le vertebre caudali dalla roccia". La felicità e l'orgoglio per l'impresa hanno fatto dimenticare tutti i disagi.

"Estrarre tanti pezzi simili può sembrare ripetitivo, ma sta a indicare che la ricerca ha buone probabilità di successo e che si potrà completare una parte anatomica inedita. Così, ogni volta che saltava fuori un'altra vertebra, tutto il team intonava una celebre canzone degli Europe, 'The Final Countdown', parafrasando il ritornello con 'It's another caudal' (è un'altra caudale)", ricorda Dal Sasso.

Anche durante uno scavo di paleontologia mantenere alto il morale è importante e può regalare quella positività con cui affrontare e risolvere problemi non proprio secondari. "Quando si estraggono fossili così antichi è necessario proteggerli adeguatamente durante il trasporto, che nel nostro caso non era proprio agevole", sottolinea Dal Sasso. "Tradizionalmente si usa il gesso, anche se a volte si opta per il



Del dinosauro è stato creato un modello in 3D per calcolare il centro di massa dell'animale, che poi è stato immerso in un ambiente virtuale per dare un'idea dell'habitat e del modo in cui lo spinosauro cacciava le sue prede

I PRINCIPALI MISTERI ANCORA IRRISOLTI SUI DINOSAURI

Le recenti scoperte sullo spinosauro stanno cambiando i libri di paleontologia: ora sappiamo infatti, che a differenza di quanto si credeva, alcuni dinosauri si sono evoluti per una vita (prevalentemente) acquatica. Su questi giganti che hanno dominato la terra in epoche remote restano però ancora molti punti oscuri. Due sono in particolare gli enigmi che tolgono il sonno ai paleontologi. Il primo riguarda il loro metabolismo: erano animali a sangue freddo (ectotermi) o caldo (endotermi)? All'inizio si pensava che come gli altri rettili anche questi animali avessero bisogno che il sole scaldasse il loro corpo, ma alcune scoperte nel tempo hanno un po' rimescolato le carte in tavola e oggi sono in molti a credere che la faccenda non sia così scontata. Probabilmente la domanda non ha una risposta univoca e forse gruppi diversi avevano un metabolismo differente. Proprio di recente uno studio della Yale University, pubblicato su *Science Advances*, ha scoperto che alcuni gruppi di dinosauri (*Ornithischia*, *Sauropodomorpha* e *Theropoda*) avevano la capacità di controllare la loro temperatura interna. Per raggiungere la loro conclusione i ricercatori hanno analizzato dei gusci di uova fossilizzate e da questi hanno ricavato la temperatura corporea dei dinosauri che le avevano deposte, affermando che essa era più alta di quella dell'ambiente circostante. Il secondo mistero su cui si dibatte da decenni riguarda la causa della loro estinzione, circa 65 milioni di anni fa. I sospetti si concentrano sostanzialmente su due "colpevoli". Il primo sospettato di aver avuto un ruolo nella scomparsa dei dinosauri dalla faccia della Terra è l'asteroide di Chicxulub (Messico), il cui impatto con il nostro Pianeta fu così devastante da renderlo invivibile per lungo tempo a causa dell'impressionante quantità di polveri sollevate e dei conseguenti cambiamenti climatici. La Terra per questi animali divenne inospitale ed essi scomparvero per sempre. Una seconda ipotesi punta, invece, il dito sulla regione dei Trappi del Deccan, in India, dove un'attività vulcanica eccezionale avrebbe causato qualcosa di simile all'impatto dell'asteroide, rendendo l'aria irrespirabile, innalzando le temperature del Pianeta e liberando nell'ambiente ingenti quantità di mercurio, una sostanza inquinante e tossica. Un nuovo studio, sempre della Yale University, pubblicato su *Science*, ha, però, stabilito che le eruzioni non furono così devastanti e soprattutto avvennero molto prima dell'estinzione di massa dei dinosauri. Insomma, la parola fine al giallo della loro scomparsa resta ancora un miraggio.

FOTO: GABRIELE BINDELLINI

ANIMAZIONE E TEXTURING: FABIO MANUCCI. COLOR DESIGN: DAVIDE BONADONNA E DI.MA. DINO MAKERS

IN ALTO: **Alla Facoltà di Scienze dell'Università di Casablanca, la coda dello spinosauro viene pazientemente ricomposta e studiata nel suo insieme. Lunga 5 metri, è formata da più di 40 vertebre che rivelano una forma unica, con spine lunghissime sulla parte dorsale. Nel team che ha lavorato a Casablanca compaiono 4 paleontologi italiani (da sinistra a destra: Marco Auditore, Cristiano Dal Sasso, Gabriele Bindellini, Simone Maganuco) e il marocchino Ajoub Amane (in fondo)**

poliuretano espanso, che è più leggero. In Marocco, però, quest'ultimo non si trova facilmente, così la nostra scelta era obbligata nonostante alcuni aspetti negativi: il gesso, infatti, è pesante e ingombrante. Inoltre, per essere preparato ha bisogno di acqua. Il trasporto di altro liquido, oltre a quello necessario per idratarci, sarebbe stato un ulteriore problema.

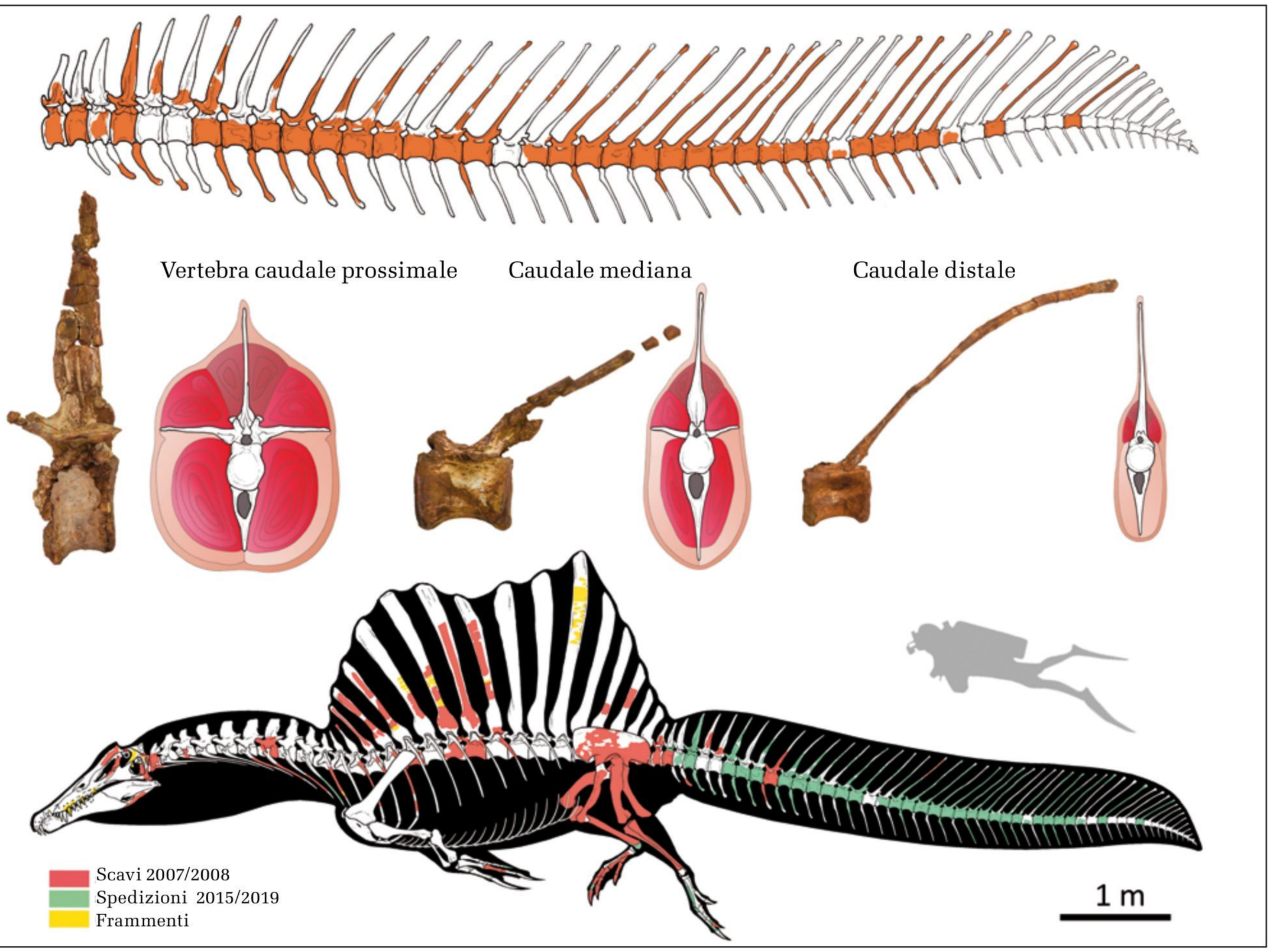
Così, mentre le parti più delicate sono state necessariamente ricoperte di gesso, ho pensato di proteggere quelle meno fragili con le bottiglie che svuotavamo tutti i giorni. Le inserivamo una nell'altra e ottenevamo un involucro efficace, leggero e semplice".

UN ANIMALE SORPRENDENTE

Il recente completamento del fossile in Marocco ha mostrato una caratteristica decisamente nuova che ha fugato i dubbi precedenti. "I frammenti rinvenuti erano poco deformati ed è stato possibile

Uno chevron (osso a Y che si attacca sotto ogni vertebra caudale) appena prelevato dal letto di sabbia in cui è fossilizzato

OTO: GABRIELE BINDELLINI



DISEGNI: MARCO AUDITORE, FOTO: GABRIELE BINDELLINI

IN ALTO: **Ricostruzione della coda di *Spinosaurus* (con le poche ossa mancanti in bianco). Al centro: vertebre e sezioni in tre punti diversi della coda, con aggiunta della muscolatura. In basso: il nuovo aspetto dello spinosauro, che nessuno poteva immaginare (in rosso le ossa estratte dai cercatori locali, in verde quelle scavate dal team di ricerca internazionale, in giallo quelle trovate nei detriti)**

studiarne sia la forma, sia le articolazioni, che appaiono molto snodate", precisa Dal Sasso. "Lungo la coda, che possedeva grandi spine grazie alle quali assumeva un profilo simile a un nastro, erano presenti anche muscoli molto potenti, usati per ottenere un moto ondulatorio che permetteva di spostarsi in modo efficiente. È la forma di propulsione tipica di alcuni anfibi (i tritoni, per esempio) e testimonia sia il fatto che le zampe non fossero essenziali per il nuoto (al massimo erano di supporto), sia che lo spinosauro era perfettamente a suo agio nell'acqua".

Una prova che è stata raggiunta anche con l'ausilio di moderne tecnologie da parte di alcuni esperti in biomeccanica dell'Università di Harvard. "Sono state create delle sagome in plastica di diversi tipi di code, che venivano mosse in maniera ondulatoria da un braccio robotizzato in un tunnel di acqua, in modo da poterne testare l'efficienza", spiega Dal Sasso. "L'esperimento ha dimostrato come le appendici finali di altri dinosauri terrestri (come gli *Allosaurus* o i *Coelophysis*), tipicamente più sottili, fossero molto meno funzionali della coda dello spinosauro, che garantiva la possibilità di nuotare controcorrente e limitava il rollio del corpo, offrendo una maggiore stabilità all'animale".

Quest'ultima era ottenuta, probabilmente, anche grazie alla grande vela presente sul dorso dell'animale e sulla cui effettiva funzione si è sempre discusso molto. Secondo l'ipotesi più accreditata sarebbe un carattere sessuale secondario, che aveva la funzione di richiamare una potenziale compagna

ORA PERÒ SAPPIAMO CHE ALCUNI DINOSAURI SI SONO SPOSTATI DALLA TERRAFERMA IN ACQUA E LÌ SI SONO ADATTATI A UNA NUOVA VITA

durante la stagione degli accoppiamenti, sebbene si sia presa in considerazione anche la possibilità che servisse a termoregolare il corpo. La coda ha dato anche nuovi indizi sulla postura di questo dinosauro che, con i suoi 15 metri, era un vero gigante. Tradizionalmente, i paleontologi consideravano lo spinosauro un bipede, ma oggi non ne sono più tanto sicuri. "Grazie a una ricostruzione digitale (anche dei muscoli e delle parti molli) guidata da Simone Maganuco e realizzata dal team italiano, è stato calcolato il volume effettivo del dinosauro", precisa Dal Sasso. "Sappiamo che l'aria abbassa la densità (ne esiste, per esempio, una parte nei polmoni), mentre ossa molto compatte (come quelle dello spinosauro, che gli permettevano una vita acquatica) la aumentano. Valutati questi parametri, il nostro studio ha stimato una massa corporea pari a 3,5 tonnellate (per un esemplare di circa 10 metri). Tutte le caratteristiche fisiche del dinosauro che abbiamo analizzato (la vela, le gambe corte, il corpo allungato) dimostrano che il suo baricentro era molto più in avanti rispetto al bacino e alla posizione dei piedi sul terreno. Una peculiarità che lo distingueva dai suoi cugini bipedi, come il famoso *Tyrannosaurus rex*, e che ci consente di affermare che molto probabilmente lo spinosauro sulla terraferma si muoveva con difficoltà. Era sbilanciato in avanti e ci sono buone possibilità che utilizzasse le zampe anteriori per sostenersi nei momenti di maggiore criticità. Una goffaggine che, però, scompariva in acqua, il suo vero elemento".

RISCRIVERE LA STORIA DEI DINOSAURI

Insomma, il ritrovamento della coda dello spinosauro ha stravolto molte conoscenze e ha stabilito che questo animale che si sapeva essere abituato a vivere tra terra e acqua, si era evoluto proprio per cacciare nei fiumi e trascorrervi la maggior parte del suo tempo e non per svolgere semplicemente una vita vicino a essi.

"Nessuno sa cosa facesse questo dinosauro al di fuori dell'acqua", afferma Dal Sasso. "Tuttavia, poiché il bacino e le zampe posteriori, anche se ridotti di dimensione, erano ancora ben funzionanti, si presume che gli spinosauri camminassero lungo le rive dei fiumi, dove probabilmente deponevano le uova, come fanno i coccodrilli odierni". Ciò di cui siamo sicuri è che la sua casa era l'acqua dolce e non il mare. "Per vivere davvero lontano dalla terraferma, magari negli oceani, sono necessari anche complessi meccanismi di regolazione osmotica, delle speciali ghiandole con cui eliminare dal corpo il sale ingerito con l'acqua di mare", puntualizza Dal Sasso.

"Possiamo dire che gli spinosauri 'non hanno avuto abbastanza tempo' per evolversi così tanto, come, invece, hanno fatto ittiosauri, mosasauri e plesiosauri". Sappiamo, infatti, che già in passato esistevano diversi rettili che popolavano habitat acquatici, ma è importante distinguerli dagli animali come lo spinosauro. "Gli ittiosauri erano caratterizzati da una forma simile a quella dei delfini, mentre i plesiosauri erano rettili dal corpo affusolato, con quattro zampe a forma di pinna e un lungo collo, diversamente dai Mosasauri che avevano una struttura possente ed erano in grado di arrivare fino a 17 metri di lunghezza. In tutti questi casi, però, si tratta di rami diversi della classe dei rettili e questi animali non possono essere definiti, come invece credono molte persone, dei dinosauri. Questi ultimi sono sempre stati considerati animali terrestri".

UNA NICCHIA ECOLOGICA

Ora però sappiamo che alcuni dinosauri si sono spostati dalla terraferma in acqua e lì si sono adattati a una nuova vita. Magari per evitare di competere con i tanti predatori terrestri, sfruttando altri tipi di prede. Intanto le ricerche proseguono, concentrandosi anche su altri reperti, come le falangi dei piedi particolarmente appiattite, che potrebbero indicare la presenza di piedi palmati nello spinosauro. Una caratteristica perfettamente in linea con quanto scoperto finora sul comportamento di questo dinosauro del Cretaceo. "Mancano ancora all'appello molte ossa dello scheletro", assicura Dal Sasso. "In futuro speriamo di avere l'opportunità di recuperarne una parte importante e ancora avvolta nel mistero: gli arti anteriori. Rappresentano, infatti, un tassello fondamentale per confermare la sua postura. Io credo siano sempre nello stesso sito dove abbiamo trovato tutto il resto dello scheletro. Il nostro obiettivo è tornare prima possibile nel deserto del Kem Kem con la speranza di effettuare una nuova importante scoperta". E scrivere così un altro incredibile capitolo dell'affascinante storia dei dinosauri. ■

FOTO: CRISTIANO DAL SASSO

IN ALTO: **Particolare della trentunesima vertebra caudale, dotata di una lunga e delicata spina sostenuta da spugne morbide dopo la ricomposizione in laboratorio**

EMILIO VITALIANO è un giornalista freelance

IL MISTERO CHE SIAMO

ILLUSTRAZIONE: VICTOR SOMA

Per scoprire che cosa ci rende autocoscienti, ricercatori da tutto il mondo stanno partecipando a una grande competizione allo scopo di determinare da dove nasca effettivamente la coscienza

Il progresso scientifico ci ha portati sulla Luna e nelle profondità degli oceani. Ci ha permesso di scindere l'atomo e di creare computer capaci di sconfiggere i migliori scacchisti del Pianeta. Eppure la scienza non è ancora in grado di spiegare quello che si può lecitamente considerare il più fondamentale aspetto dell'esistenza: la nostra esperienza soggettiva dell'esistenza stessa. La nostra autocoscienza.

E non è che non ci abbiamo provato: esistono numerose teorie della coscienza, ma nessuna è universalmente accettata. La causa è in parte la natura doppia della questione: c'è quello che il filosofo australiano David Chalmers ha chiamato il "problema facile" della coscienza, ovvero spiegare i processi biologici alla base di funzioni mentali come la percezione, la

Dawid Potgieter, della Templeton World Charity Foundation, che ha lanciato l'iniziativa e la supervisiona

GETTY IMAGES X2

memoria o l'attenzione, e poi c'è il "problema difficile", ovvero spiegare come e perché queste funzioni mentali abbiano un aspetto soggettivo, che ci coinvolge in prima persona. In altre parole, perché se sbattiamo il piede contro qualcosa "sentiamo male" anziché registrare semplicemente una sensazione dolorosa? Le teorie scientifiche sulla coscienza si scontrano soprattutto con questo secondo problema, al punto che c'è disaccordo persino sull'esistenza stessa di questo problema.

UN PROGRESSO NECESSARIO

La Templeton World Charity Foundation (TWCF), uno dei tre enti di beneficenza fondati dal filantropo britannico (ma nato negli Stati Uniti) John Templeton, pensa di poter essere d'aiuto finanziando una ricerca per "migliorare la vita degli individui e ridefinire le frontiere della conoscenza e del progresso dell'essere umano". Sul finire del 2019 ha lanciato anche un nuovo finanziamento multimilionario chiamato "Accelerating Research On Consciousness", Accelerazione della Ricerca sulla Coscienza, che mira a stimolare gli studi nel settore riducendo il quantitativo di teorie in competizione. "Per me l'iniziativa avrà già successo se riusciremo a escludere almeno una teoria", dice Dawid Potgieter, che la TWCF ha messo alla supervisione del progetto.

L'iniziativa si basa su un approccio noto come "collaborazione contraddittoria", nel quale due o più scienziati con idee opposte lavorano assieme alla soluzione

TEORIE RIVALI

TEORIA DELL'INFORMAZIONE INTEGRATA

Proposta dai neuroscienziati Giulio Tononi e Gerald M. Edelman, sostiene che i processi neurali che danno origine alla coscienza abbiano due proprietà fondamentali. La prima è l'integrazione: quando percepiamo il mondo, facciamo esperienza di un tutto intero e unificato, impossibile da separare in parti più piccole (prendere per esempio il fatto che non è possibile essere coscienti di due scene diverse contemporaneamente). La seconda è l'informazione: ogni singola esperienza conscia è altamente differenziata o informativa, nel senso che sappiamo di avere una determinata esperienza piuttosto che una quasi infinita gamma di altre. Secondo i critici, tuttavia, sostenere che un sistema con queste due proprietà possa dare origine alla coscienza equivale a sostenere il "panpsichismo", ossia l'idea che la coscienza sia presente ovunque nell'Universo.

TEORIA DELLO SPAZIO DI LAVORO GLOBALE

Perché siamo consapevoli di alcune cose e non di altre? Questa teoria, originariamente proposta dal neurobiologo Bernard Baars, paragona i processi mentali a un teatro, nel quale la parte maggioritaria delle attività ha luogo dietro le scene. Quando l'informazione arriva sul "palco", o spazio di lavoro globale, diventa subito il punto focale della nostra attenzione ed entra nella nostra coscienza. In tempi più recenti il neuroscienziato francese Stanislas Dehaene ha indagato

sulla base neurologica della teoria, cambiandole nome da Spazio di Lavoro Globale a Spazio di Lavoro Neuronale Globale. Secondo la sua elaborazione, se l'informazione è abbastanza importante e noi le prestiamo sufficiente attenzione, l'attività neuronale si espande dall'area originaria che ha processato le informazioni sensoriali fino alle aree associative della corteccia frontale e ai lobi parietali, ossia lo spazio di lavoro globale che permette alle informazioni sensoriali di raggiungere la coscienza.

TEORIE DELL'ORDINE SUPERIORE

Quando guardiamo una mela, il nostro cervello forma una rappresentazione neurale del frutto, che i neuroscienziati chiamano "rappresentazione di primo ordine". Secondo i ricercatori che seguono le cosiddette "teorie di ordine superiore della coscienza", come il neuroscienziato americano Joseph LeDoux, le rappresentazioni di primo ordine avvengono sempre a livello inconscio. Affinché si possa diventare consapevoli della mela, secondo LeDoux e altri, deve esistere qualche forma di pensiero di ordine superiore capace di processare la percezione (o pensiero o sensazione) iniziale affinché essa raggiunga la coscienza soggettiva.

TEORIE DELLA CODIFICA PREDITTIVA

La maggior parte delle persone non è in grado di farsi il solletico da sola, perché il cervello anticipa automaticamente le probabili conseguenze sensoriali delle sue azioni volontarie e le sopprime. Di fatto la capacità di fare previsioni è fondamentale nella nostra esperienza del mondo, poiché ci permette di sopperire alla lentezza e alla povertà delle informazioni che arrivano dai sensi. I sostenitori della teoria della codifica predittiva, come Anil Seth dell'Università del Sussex, ritengono che sia proprio questa la chiave della coscienza: quel che percepiamo coscientemente si basa più spesso su quel che ci aspettiamo che non su quel che avviene davvero. In più il processo predittivo sarebbe rilevante non solo per la nostra esperienza soggettiva di percezione, ma anche per il nostro stesso senso del sé e per la sensazione di "possedere" il nostro corpo.

TEORIA DELLO SCHEMA DI ATTENZIONE

Secondo questa teoria la coscienza non è una sorta di proprietà magica, fantasmatica del cervello che deve essere spiegata, ma semplicemente il modo in cui il cervello modella quello a cui sta pensando e prestando attenzione in un dato momento. Cosa ancora più importante, ciò è fondamentale per il funzionamento del cervello e non dipende da processi cognitivi di ordine superiore. "L'informazione nel cervello non è per forza accurata in senso letterale", dice Michael Graziano, dell'Università di Princeton, che per primo ha sviluppato la teoria. "Il cervello costruisce modelli per descrivere e ricordare le cose che formano il mondo: si tratta di ammassi di informazione. Il cervello dà forma tanto agli oggetti del mondo esterno quanto ai suoi stati interni".

ILLUSIONISMO

La teoria dello schema di attenzione è collegata al cosiddetto "illusionismo", proposto dal filosofo Keith Frankish (e alle relative teorie sulla coscienza sostenute dai filosofi Daniel Dennett e Patricia Churchland). "Io non credo che l'essere umano possieda una coscienza fenomenica", dice Frankish. "È più una sorta di illusione introspettiva, che riflette il nostro accesso limitato ai nostri stessi processi mentali. Per questo chiamo tale prospettiva 'illusionismo'. Il nostro vero compito è spiegare le nostre intuizioni sulla coscienza fenomenica, ossia perché crediamo di possederla".

TEORIE QUANTISTICHE

La meccanica quantistica è la branca della fisica che tenta di spiegare il comportamento delle particelle subatomiche, dalla quale sono venute scoperte straordinarie come il fatto che le particelle possano esistere in due diversi stati contemporaneamente e il loro comportamento sembri cambiare a seconda che vengano misurate oppure no (il che all'apparenza sfida l'idea dell'esistenza di una realtà oggettiva). Per la verità, persino la semplice intenzione di misurarle sembra cambiare il loro comportamento. I sostenitori delle teorie quantistiche sulla coscienza, come il fisico Roger Penrose, pensano che tutto ciò implichi che anche la coscienza sia in qualche modo legata al mondo quantistico, e che la sua spiegazione potrebbe risiedere nei processi quantistici del cervello.

scientifica di un problema. A sostenerla è lo psicologo Daniel Kahneman, vincitore del Premio Nobel e pioniere degli studi su come gli esseri umani prendono decisioni. La nuova iniziativa arriva anche in occasione del centenario di un'altra competizione scientifica: quella in cui Arthur Eddington usò l'eclissi totale di Sole del 1919 per confrontare le previsioni della nuova relatività generale di Einstein con quelle di Newton (vinse Einstein). Purtroppo, però, la coscienza umana è più complicata della gravità da mettere alla prova: per poter partecipare alla competizione della TWCF, i leader di due teorie contrastanti devono prima accordarsi sui parametri di un test a cui sottoporre le loro idee, e ciascuna parte deve accettare che, in caso si ottenessero determinati risultati, una delle teorie verrà considerata confutata. Per ora sono stati concordati cinque esperimenti di questo tipo, i primi dei quali sono iniziati lo scorso ottobre.

Dawid Potgieter ha concepito l'idea di questa iniziativa dopo aver partecipato a un evento organizzato dal Center For Open Science nel 2017, durante il quale ha avuto modo di parlare con molti scienziati attivi nella ricerca sulla coscienza. "Tutti nel settore dicono più o meno la stessa cosa: 'La mia teoria funziona ma non riceve la giusta attenzione. La si può testare e vorrei davvero farlo, per dimostrare che io ho ragione e gli altri torto'. Il problema è che molte di queste persone non rivolgono nemmeno la parola ai loro colleghi. C'è un enorme isolazionismo".

UN INCONTRO DI MENTI

Il primo dei cinque esperimenti è nato dopo un incontro di due giorni gestito da Christof Koch, pioniere nelle ricerche sulla coscienza e presidente dell'Istituto Allen delle Scienze del Cervello di Seattle. Potgieter lo ha invitato a organizzare

"L'OBIETTIVO È STIMOLARE GLI STUDI NEL SETTORE RIDUCENDO IL QUANTITATIVO DI TEORIE IN COMPETIZIONE"

GETTY IMAGES X2

l'incontro e a selezionare i partecipanti, inclusi gli esponenti delle teorie sulla coscienza di sua scelta nonché importanti esperti di sperimentazione, filosofi (per mantenere "igiene concettuale") e giovani ricercatori emergenti dotati di capacità ed energie, che non avendo ancora "partecipato al gioco" hanno meno probabilità di aver sviluppato pregiudizi.

Secondo le regole prestabilite, ogni incontro è ospitato da una parte imparziale o perlomeno rispettata nell'ambiente, che sceglie gli ospiti. Non ci sono presentazioni generiche in PowerPoint: "Gli incontri hanno un unico obiettivo", dice Potgieter, "ovvero elaborare un esperimento che metta alla prova in maniera definitiva una o più teorie. Ci considereremo soddisfatti se alla fine avremo un test di cui uno o più scienziati possano dire 'Sì, i risultati di questo confuterebbero del tutto le mie teorie'".

Dal primo incontro è nato un esperimento che metterà la Teoria dell'Informazione Integrata (IIT) contro la Teoria dello Spazio di Lavoro Neuronale Globale (GNWT). La prima parte dalla definizione di che cosa costituisce una esperienza cosciente e cerca i meccanismi cognitivi fondamentali che la producono. La seconda ipotizza che la coscienza emerga quando l'informazione viene trattenuta in una sorta di "scambio ferroviario" mentale prima di venir trasmessa ad altre parti del cervello. "La differenza fondamentale tra le due teorie", spiega Giulio Tononi, neuroscienziato dell'Università del Wisconsin e uno dei fondatori della IIT, "è che la GNWT definisce la coscienza come un messaggio, mentre la IIT la definisce come un particolare tipo di struttura".

Lucia Melloni dell'Istituto Max Planck di Estetica Empirica guida il primo esperimento, che in ossequio ai principi della scienza aperta è interamente preregistrato (ovvero

tutte le ipotesi e le metodologie sono pubblicamente dichiarate in anticipo) e durerà tra i tre e i quattro anni. I volontari verranno sottoposti a stimoli rilevanti e irrilevanti e giocheranno a vari videogiochi mentre la loro attività cerebrale verrà registrata con vari sistemi tra cui la magnetoencefalografia, la risonanza magnetica funzionale e registrazioni intracorticali invasive. La speranza è che gli schemi dell'attività neurale registrati durante differenti stati di attenzione cosciente offrano prove decisive in favore della IIT o della GNWT, entro i termini concordati dai sostenitori delle due teorie.

Per esempio la GNWT prevede che la coscienza risulterà correlata all'attività delle regioni frontali e parietali del cervello, con le informazioni trasmesse a moduli specializzati, mentre la IIT prevede che entrerà maggiormente in gioco la parte posteriore del cervello, che avrebbe le necessarie capacità strutturali. "Ho fiducia che la IIT non farà brutta figura", dichiara Tononi. "Ma spero anche che impareremo qualcosa che non ci aspettiamo. Di solito sono queste le meravigliose sorprese della scienza".

Negli esprimenti ancora da concordare verranno messe alla prova altre ipotesi, tra cui le cosiddette teorie dell'ordine superiore, le teorie della codifica predittiva e le teorie quantistiche.

GIUDIZI CONTRASTANTI

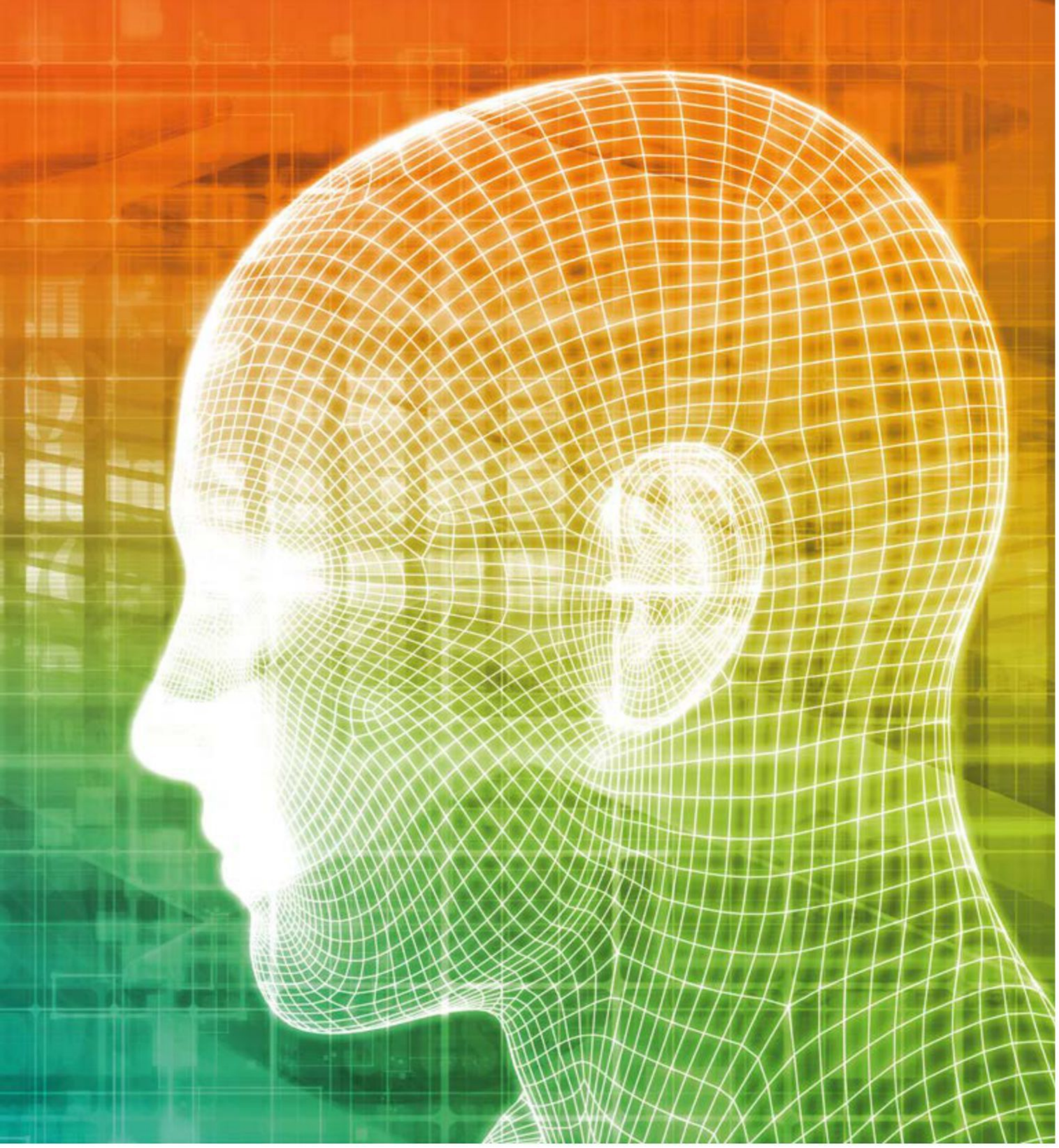
Ma non tutti sono entusiasti della nuova iniziativa. Per esempio Keith Frankish, filosofo dell'Università di Sheffield, si dichiara scettico verso qualunque teoria che pretenda di spiegare il nostro senso di coscienza soggettivo o "fenomenico" (quello che si potrebbe chiamare l'aspetto del "che sensazione dà") in termini di processi cerebrali.

"Il massimo che possiamo sperare è di individuare qualche correlazione tra i processi cerebrali e le proprietà fenomeniche", dice. "E persino qui c'è un problema metodologico: non può esistere un test obiettivo per la presenza di proprietà essenzialmente soggettive". In altre parole l'aspetto "in prima persona" della coscienza per sua stessa natura può essere riferito e descritto solo dalla persona che lo vive come esperienza, che è poi il motivo per cui io e voi non possiamo sapere se le nostre rispettive esperienze di una singola cosa, ad esempio il colore rosso, sono uguali (un dilemma collegato a quello che Chalmers chiama il "problema difficile").

Frankish ritiene che la nostra coscienza personale fenomenica sia sostanzialmente un'illusione creata dal cervello, un approccio a cui ha dato il nome di "illusionismo". "I finanziamenti per sottoporre

123RF

AL PROBLEMA DELLA COSCIENZA CI SONO APPROCCI CHE SI ACCORDANO CON LE INTUIZIONI E GLI ASSUNTI PIÙ INGENUI DELLA GENTE. PER QUESTO RISULTANO NATURALI E RASSICURANTI



a esperimento il mio approccio sarebbero i benvenuti e i dati raccolti sarebbero molto utili. Ma l'intero progetto servirà a poco finché non avremo una concezione migliore di che cosa esattamente stiamo cercando di spiegare".

Frankish è un fan della Teoria dello Schema di Attenzione, di Michael Graziano, secondo la quale la coscienza non è altro che l'operazione con cui il cervello modella i propri processi di attenzione. Graziano, neuroscienziato di Princeton, è a sua volta scettico verso l'iniziativa della TWCF, in particolare per l'inclusione della IIT: "Al presente la ricerca sulla coscienza è divisa nettamente in due, ma non dai due approcci rappresentati nel progetto, bensì tra le teorie meccanicistiche e quelle 'magicaliste'".

Graziano include la propria teoria nel primo gruppo e la IIT nel secondo: "Le teorie magicaliste partono dal presupposto che nell'essere umano ci sia una proprietà fondamentalmente magica, un sentimento soggettivo interno che non è nulla di fisico e non può essere direttamente misurato. Possiamo solo percepirlo e raccontarci l'un l'altro che lo percepiamo. Questo approccio si accorda con le intuizioni e gli assunti più ingenui della gente: per questo risulta naturale e rassicurante. Ma il suo stesso assunto iniziale, ossia che possa esistere questa proprietà magica, lo squalifica a priori. Nessuna indagine scientifica può riuscire a determinare o comprendere una cosa del genere: è un po' come decidere che esistono i fantasmi e dunque andare alla loro ricerca 'in maniera scientifica'. In altre parole, è pseudoscienza".

Per Graziano la GNWT ha basi più solide, ma rischia comunque di "flirtare" con approcci magicalisti. Volendo mettere queste due teorie a confronto, l'iniziativa della TWCF a suo parere è un fallimento annunciato: "È un vero peccato che così tanti ricercatori stiano ancora cercando il fantasma nella macchina invece di cercare di capire perché la macchina pensa che ci sia un fantasma dentro di lei in prima istanza".

PROGREDIRE NELLA RICERCA

Potgieter ha già incontrato parecchie di queste opinioni forti nel settore, anzi esse stesse fanno parte delle motivazioni che lo hanno spinto a tentare di usare la collaborazione contraddittoria per progredire nella ricerca. Per esempio un contraltare alla forte prospettiva Frankish-Graziano è offerto dal filosofo Galen Strawson, che in un articolo apparso sul *New York Review Of Books* nel 2019 ha definito l'illusionismo "la proposta più sciocca che si sia mai sentita".

Si può capire che, in un clima accademico del genere, per quanto lo scopo primario del progetto della TWCF riguardi le teorie della coscienza, le sue finalità più profonde mirano a trasformare la maniera stessa con cui si fa scienza. "A modo suo è un obiettivo assai ambizioso", dice Potgieter, "e anche solo nel provarci possiamo imparare molte cose poi applicabili alla scienza in senso lato, per alzare gli standard generali… Insomma, spero che funzioni, ma non mi preoccuperei se anche non dovesse funzionare".

"A noi interessa produrre un cambiamento culturale almeno quanto eliminare delle teorie", aggiunge il superiore di Potgieter, Andrew Serazin, presidente della Templeton World Charity Foundation. E a suo parere i primi segnali sono incoraggianti.

"Gli aspetti più motivanti del progetto sono stati fin da subito la dedizione, il professionismo e il sincero idealismo degli scienziati che vi si dedicano ormai da quasi un anno", nota Tononi. "È grazie a loro che il progetto è divenuto una cosa viva. Se si mette insieme tutto ciò con l'entusiasmo e la voglia di partecipare mostrati dagli esperti di sperimentazione venuti da tutto il mondo, non si può non essere ottimisti verso il progresso scientifico, anche in un problema così difficile e finora così poco compreso come quello della coscienza". ■

CHRISTIAN JARRETT *è psicologo e senior editor presso Aeon*

D&R Domande Risposte

GLI ESPERTI RISPONDONO

- **ALASTAIR GUNN**
  Astronomo e astrofisico
- **ALEX FRANKLIN-CHEUNG**
  Esperta di ambiente e clima
- **ALICE GREGORY**
  Psicologa ed esperta del sonno
- **ALOM SHAHA**
  Insegnante di scienze, autore
- **HILARY GUITE**
  Scrittrice e divulgatrice scientifica
- **CHARLOTTE CORNEY**
  Direttrice di zoo, conservazionista
- **HELEN SCALES**
  Biologa marina e scrittrice
- **CHRISTIAN JARRETT**
  Neuroscienziato e scrittore
- **EMMA DAVIES**
  Esperta di salute e divulgatrice
- **LUIS VILLAZON**
  Divulgatore di scienza e tecnologia
- **JULES HOWARD**
  Zoologo e divulgatore scientifico
- **ROBERT MATTHEWS**
  Fisico e divulgatore

QUAL È LO SPORT PIÙ PERICOLOSO?

È sorprendentemente difficile rispondere a questa domanda, perché dipende sia da come viene misurato il rischio – per partecipante? per evento? – sia dalla disponibilità di dati affidabili. Secondo un'analisi del 2014 di David Spiegelhalter dell'Università di Cambridge, una delle principali autorità in materia di rischio, l'alpinismo è probabilmente lo sport più pericoloso, con un rischio di morte dell'1 per cento circa per arrampicata. Per fare un paragone, correre una maratona è mille volte più sicuro. ***RM***

GETTY IMAGES

L'ANIDRIDE CARBONICA RILASCIATA DALLE BEVANDE GASSATE INFLUISCE SULL'ATMOSFERA?

Le bevande gassate rilasciano anidride carbonica (CO_2), ma in misura insignificante se confrontata con le emissioni complessive di CO_2 da parte dell'uomo. Una lattina contiene 2-3 grammi di CO_2, una parte minuscola delle oltre sei tonnellate di CO_2 all'anno (cioè 17 kg al giorno) di cui è responsabile un cittadino medio dei paesi industrializzati. Inoltre, la CO_2 pompata nelle bevande gassate è in genere un sottoprodotto delle centrali elettriche, il che significa che sarebbe stata comunque rilasciata nell'atmosfera. ***AFC***

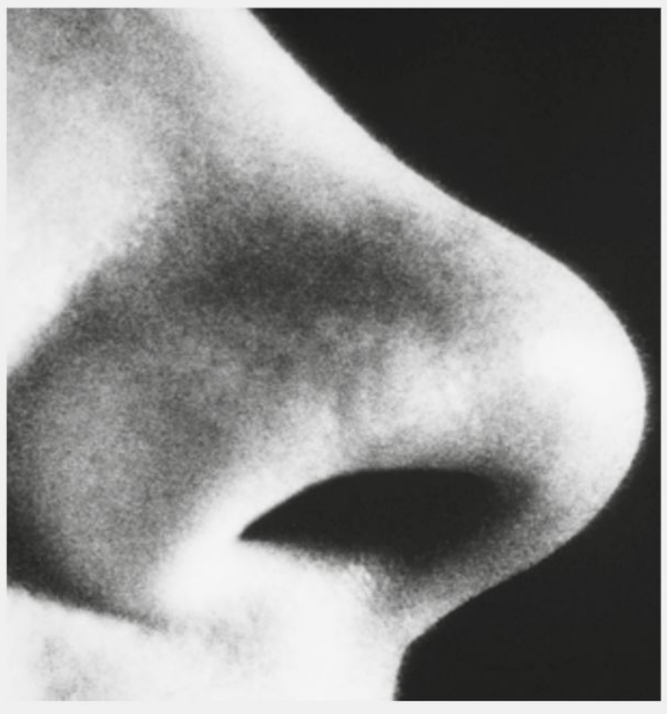
PERCHÉ NON SI DEVONO TENERE I POMODORI IN FRIGORIFERO?

È facile che i pomodori conservati in frigo ci deludano. La refrigerazione ne prolunga la vita rallentando il processo di maturazione, ma riduce anche drasticamente i livelli dei composti chimici cosiddetti "volatili" a cui si devono il profumo e il sapore. Uno studio statunitense del 2016 ha scoperto che refrigerare i pomodori per una settimana riduce l'attività dei geni che codificano per gli enzimi necessari a sintetizzare questi composti, che conferiscono ai pomodori un sapore più dolce e complesso. ***ED***

PERCHÉ IL DENTIFRICIO CONTIENE DOLCIFICANTI?

Il dentifricio ha bisogno di qualcosa per mascherare il gusto di sapone dei detergenti che creano la schiuma quando lo usiamo. Lo zucchero non va bene, per ovvie ragioni, mentre i dolcificanti come lo xilitolo o il sorbitolo fanno un ottimo lavoro. Questi composti chimici attraggono le molecole di acqua e quindi hanno l'ulteriore vantaggio di trattenere l'acqua nel dentifricio, evitando che si secchi. Alcuni studi suggeriscono anche che lo xilitolo possa contribuire a uccidere i batteri della placca privandoli dello zucchero di cui si nutrono. ***ED***

DOVE VANNO A FINIRE GLI ODORI?



Gli odori "scompaiono" quando le molecole degli aromi si disperdono nell'aria a una concentrazione inferiore alla soglia di rilevazione. Il nostro naso è più sensibile ad alcuni composti che ad altri: l'odore di uova marce dell'acido solfidrico è rilevabile a concentrazioni di due parti per miliardo, mentre il solvente per unghie (acetone) deve avere una concentrazione 50mila volte maggiore affinché se ne possa sentire l'odore. Alcune molecole dall'odore caratteristico possono anche reagire chimicamente nell'aria e formare composti diversi a cui siamo meno sensibili. ***LV***

COM'È IL MONDO AL DI FUORI DEI NOSTRI CERVELLI?

Questa domanda ricorda il classico articolo del filosofo americano Thomas Nagel su "Com'è essere un pipistrello?", cioè una creatura in grado di orientarsi usando l'ecolocalizzazione (facendo rimbalzare suoni nell'ambiente circostante). Nagel scrisse che non potremo mai uscire dal nostro cervello e percepire il mondo come i pipistrelli perché ci mancano i loro apparati sensoriali. Allo stesso modo, si potrebbe sostenere che non sapremo mai come "appare" il mondo indipendentemente dai nostri cervelli perché possiamo percepire la realtà oggettiva solo attraverso il velo dei nostri sensi, per esempio attraverso le lunghezze d'onda della luce che colpisce la nostra retina o le molecole odorose che stimolano le cellule nervose nel nostro naso.

Non possiamo nemmeno sapere veramente se il mondo appare nello stesso modo dal punto di vista di un altro cervello umano. Per esempio, il colore "rosso" potrebbe essere percepito da una persona in un modo soggettivo, differente da quello di tutte le altre. Sappiamo bene che ci sono aspetti della realtà fisica che non possiamo percepire direttamente, come le onde radio, la luce ultravioletta (che invece uccelli, api e altre creature possono vedere) e gli ultrasuoni (usati dai pipistrelli). E, naturalmente, ci sono probabilmente molti altri aspetti della realtà non ancora rilevabili da nessuna creatura né dalla nostra tecnologia più avanzata, una possibilità che stimola la fantasia degli scrittori di fantascienza e dei mistici.

Ma mentre la nostra visione del mondo è vincolata dalle limitazioni del nostro sistema neurologico, sarebbe un errore sottovalutarne il potenziale. Per cominciare, abbiamo ben più di cinque sensi (per esempio abbiamo anche l'equilibrio, la fame e la propriocezione, il senso di dove si trova il nostro corpo nello spazio). Inoltre, ricerche recenti suggeriscono che potremmo imparare una forma di ecolocalizzazione, emettendo degli schiocchi con la bocca; anzi, alcuni non vedenti sono già in grado di farlo, usando gli echi per farsi un'idea dell'ambiente, un po' come un pipistrello. ***CJ***

PERCHÉ IL TINTINNIO DEL CUCCHIAINO DIVENTA SEMPRE MENO ACUTO MENTRE MESCOLO LO ZUCCHERO NEL CAFFÈ?

Quando si mischia lo zucchero nel caffè, o in qualsiasi bevanda calda, il tintinnio del cucchiaino che urta le pareti della tazza si fa via via più grave. La spiegazione risiede nell'effetto dello zucchero sul liquido. La superficie ruvida dei granuli di zucchero intrappola molecole d'aria disciolte nel liquido, creando minuscole bolle. Le bollicine rendono il liquido nella tazza più "comprimibile", il che gli permette di assorbire più energia dalle onde sonore create dal cucchiaio, e questo le fa viaggiare più lentamente attraverso il liquido. Poiché la velocità delle onde sonore nella tazza è proporzionale alla loro frequenza, la velocità ridotta ne abbassa la frequenza, che sentiamo come un calo del tono. ***RM***

SCIENZA FAI DA TE

"LAVA LAMP" FATTA IN CASA

CHE COSA SERVE

- Un contenitore alto e aperto (una bottiglia di plastica o un bicchiere)
- Olio alimentare
- Acqua
- Colorante alimentare
- Compresse effervescenti di vitamine o Alka-Seltzer

CHE COSA FARE

1. Riempite il contenitore di acqua fino a circa un terzo.

2. Versate l'olio sopra l'acqua fino a quando il contenitore è quasi pieno.

3. Attendete che l'olio e l'acqua si separino.

4. Aggiungete qualche goccia di colorante alimentare e aspettate che l'acqua si colori.

5. Spezzate la compressa a metà e aggiungetela.

6. Ammirate lo spettacolo della lava lamp!

7. Aggiungete altri pezzi di compressa per mantenere attiva la reazione.

CHE COSA STA SUCCEDENDO

La chiave per il funzionamento della "lava lamp" è il fatto che olio e acqua non si mescolano. Che due liquidi possano mescolarsi oppure no dipende dalle interazioni tra le loro molecole e anche dalla loro libertà di muoversi: più sono intense le forze attrattive e maggiori le possibilità di movimento, più probabilità c'è che si mescolino.

Le molecole d'acqua sono "polari": un'estremità è carica negativamente mentre l'altra è carica positivamente. Ciò significa che le molecole d'acqua si attraggono tra loro più fortemente di quanto non attraggano le molecole di olio, che sono "non polari". Inoltre le molecole d'acqua finiscono per formare una specie di gabbia attorno alle molecole di olio, limitando il movimento di entrambe. Questo è uno stato instabile e le molecole di acqua e olio si separano rapidamente. L'olio galleggia sopra l'acqua perché è meno denso.

Le compresse contengono acido citrico e bicarbonato di sodio, che vengono rilasciati nell'acqua quando la compressa si scioglie. Quando le particelle di questi due composti entrano in contatto tra loro reagiscono, producendo anidride carbonica, che forma bolle nell'acqua. Le bolle sono meno dense sia dell'acqua che dell'olio e quindi risalgono verso l'alto, portandosi dietro parte dell'acqua colorata. Le bolle scoppiano quando raggiungono la superficie dell'olio e l'acqua ricade. ***AS***

GETTY IMAGES X3 ILLUSTRATION: DAN BRIGHT

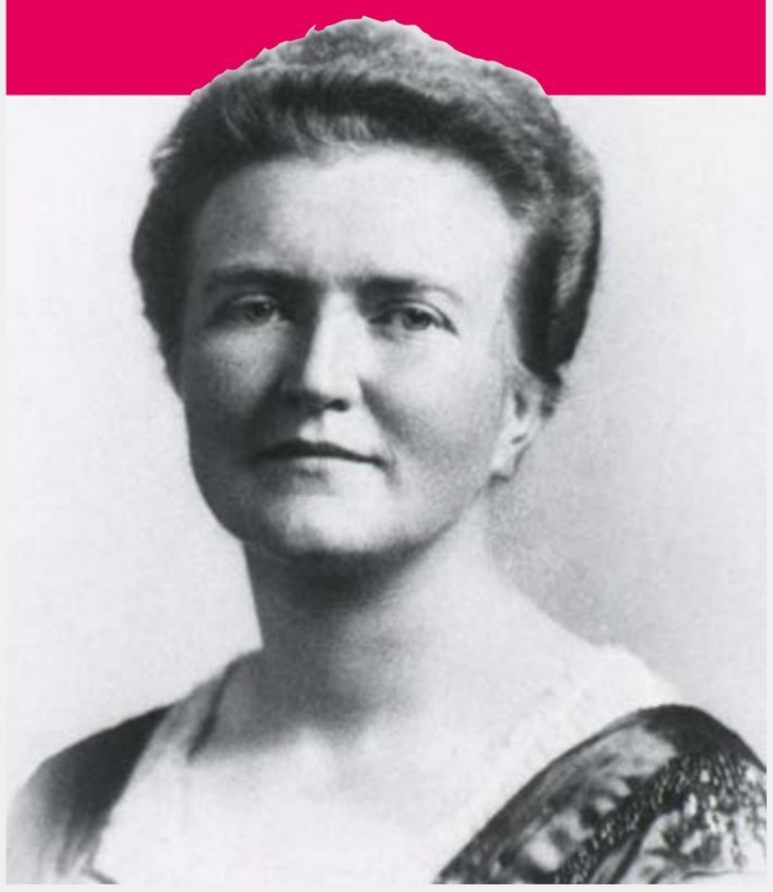
PERSONAGGI DA RISCOPRIRE

JANET LANE-CLAYPON

L'epidemiologia ha salvato la vita a milioni di persone contribuendo a rivelare le cause delle malattie. Utilizzando i cosiddetti studi di coorte, i ricercatori hanno compiuto alcune scoperte fondamentali, mostrando per esempio il legame letale tra fumo e cancro, nonché i benefici dell'esercizio fisico per la salute mentale. Tuttavia la persona che ha aperto la strada a questo tipo di studi fu costretta ad abbandonare la ricerca ed è morta senza aver ottenuto riconoscimenti, principalmente perché era una donna.

Nata nel Lincolnshire nel 1877, Janet Lane-Claypon era una brillante studentessa di medicina che rimase affascinata dall'epidemiologia. Nel 1912 pubblicò uno studio pionieristico su due gruppi – "coorti" – di bambini, nutriti rispettivamente con latte materno e latte di mucca. Usando tecniche sofisticate, non solo scoprì il legame tra l'allattamento al seno e una crescita migliore, ma riuscì a escludere altre potenziali spiegazioni, come il reddito familiare.

Lane-Claypon sviluppò anche i cosiddetti studi caso-controllo, in cui un gruppo di persone con una malattia viene confrontato con un gruppo sostanzialmente simile ma non affetto dalla malattia. Ciò le permise di identificare i fattori di rischio per il cancro al seno che sono tuttora riconosciuti importanti. Nel 1929, però, sposò un funzionario pubblico e, in base alle norme vigenti, fu costretta a lasciare le sue ricerche. Mentre altri proseguivano il suo brillante lavoro, Lane-Claypon rimane sconosciuta anche a chi usa le sue tecniche. ***RM***



PERCHÉ DONDOLIAMO LE BRACCIA MENTRE CAMMINIAMO?

Si ritiene che gli antenati degli esseri umani moderni abbiano iniziato a camminare in posizione eretta almeno 3,6 milioni di anni fa. Tuttavia, il motivo per cui oscilliamo le braccia in modo non sincrono con le gambe è stato compreso solo di recente. Per molto tempo si è pensato solo che c'entrasse con l'equilibrio. Uno studio pubblicato nel 2010 da un gruppo di ricerca diretto da Sjoerd Bruijn, presso la Vrije Universiteit di Amsterdam, lo conferma, ma con una scoperta inattesa. Oscillare le braccia non ci rende molto più stabili quando camminiamo normalmente, ma aiuta a ripristinare l'equilibrio se ci sbilanciamo all'improvviso mentre camminiamo su un terreno irregolare. All'inizio di quest'anno Bruijn e colleghi hanno anche riscontrato un altro vantaggio: dondolare le braccia mentre si cammina è più efficiente dal punto di vista energetico rispetto a tenerle ferme. Ci vuole energia per muovere le braccia, ma è più che compensata dalla ridotta energia necessaria al resto del corpo per spingersi in avanti. ***RM***

CHE COSA SUCCEDEREBBE SE TUTTO IL SALE DEGLI OCEANI SCOMPARISSE DI COLPO?

Un litro di acqua di mare contiene circa 35 g di sale disciolto: quindi la desalinizzazione degli interi oceani farebbe sparire 45 milioni di miliardi di tonnellate di sale. L'improvvisa riduzione del peso che grava sul fondo del mare potrebbe scatenare terremoti e vulcani in tutto il mondo. Poiché l'acqua dolce è meno densa, la calotta polare artica affonderebbe di 10 cm, creando lungo l'Europa settentrionale, la Russia e il Canada la più grande ondata che il Pianeta abbia mai visto. Nel giro di poche ore morirebbero quasi tutte le creature marine, perché le loro cellule si gonfierebbero e si romperebbero a causa dell'osmosi (le molecole d'acqua si spostano verso aree con una maggiore concentrazione di sale). Finirebbero sul fondo dell'oceano, ma i loro corpi non si decomporrebbero, perché anche tutti i batteri marini sarebbero morti. Le alghe marine sono responsabili di almeno metà della produzione di ossigeno terrestre e così ci sarebbero anche estinzioni di massa sulla terraferma. Prima o poi gli oceani reintegrerebbero il sale, perché i fiumi sciolgono in continuazione minerali dalla terraferma e li trasportano in mare, ma ciò richiederebbe decine di migliaia di anni. ***LV***

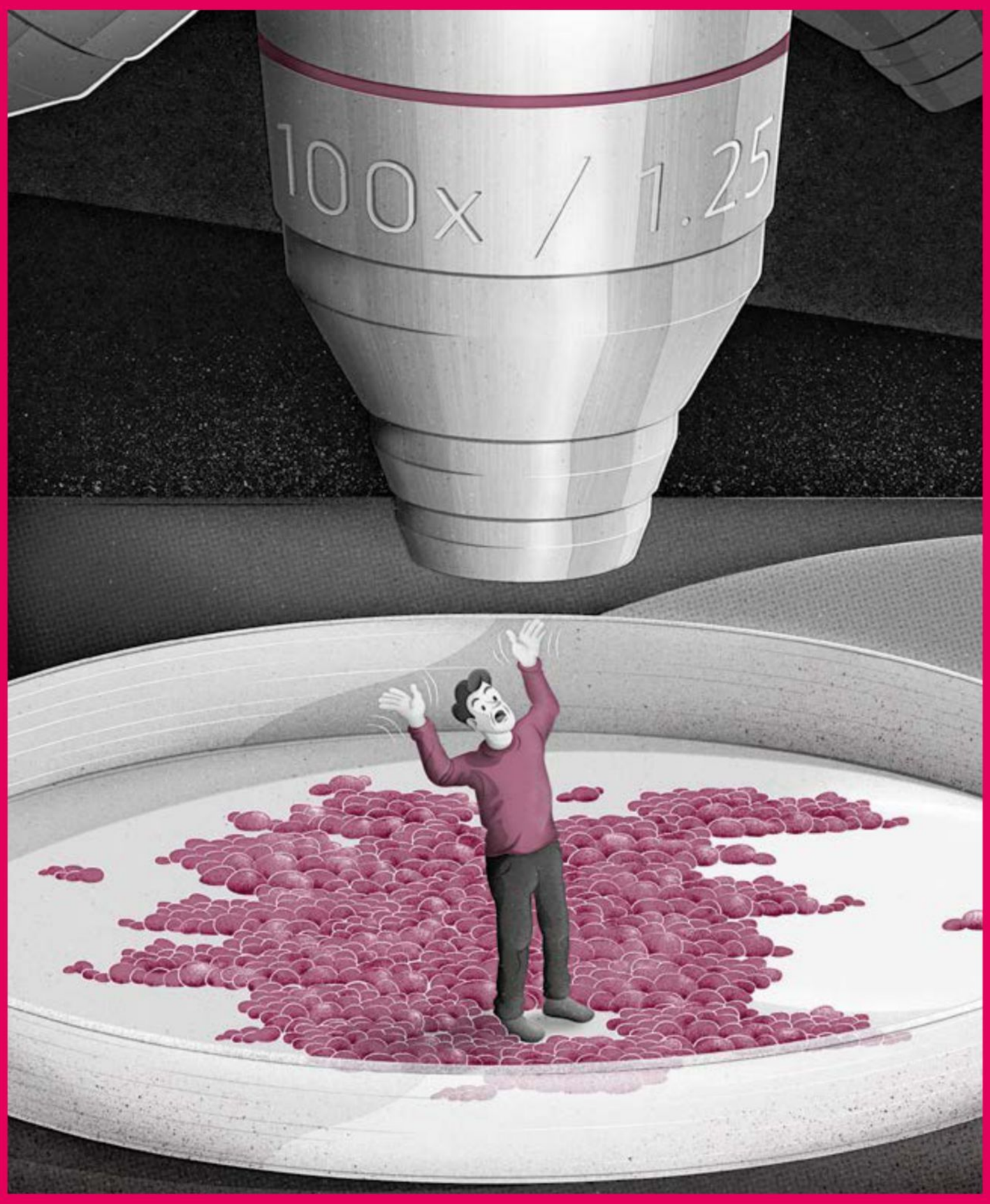
PAURA ESISTENZIALE DEL MESE...

SONO PIÙ UN BATTERIO CHE UN ESSERE UMANO

In effetti nel nostro corpo ci sono più cellule batteriche che cellule umane, ma il rapporto non è estremo come si pensava una volta. Uno studio del 2016 presso il Weizmann Institute of Science in Israele ha scoperto che le nostre cellule totali sono per il 56 per cento batteriche (rispetto a stime precedenti del 90 per cento). Ma poiché i batteri sono molto più piccoli, la loro massa totale è di solo circa 200 grammi. Quindi, come peso, siamo per più del 99,7 per cento umani.

Non dobbiamo sottovalutare il contributo che i batteri apportano al nostro corpo, ma neanche sentircene minacciati. La maggior parte delle nostre cellule "umane" contiene strutture dette mitocondri, che ci servono per convertire il glucosio in altri composti che possiamo usare per trarne energia. Questi mitocondri probabilmente ebbero inizio come batteri indipendenti, prima di avviare una relazione simbiotica con noi. Il motivo per cui non vengono inclusi nel conteggio dei batteri è che non lasciano mai i confini delle membrane cellulari umane, sebbene siano, per molti aspetti, organismi indipendenti con il proprio DNA.

Come tutti gli animali pluricellulari, è quasi impossibile indicare singoli componenti e dire "questo fa parte di me, questo no". Il nostro corpo è come una città: ha un'identità collettiva che va al di là dei suoi singoli abitanti. ***LV***



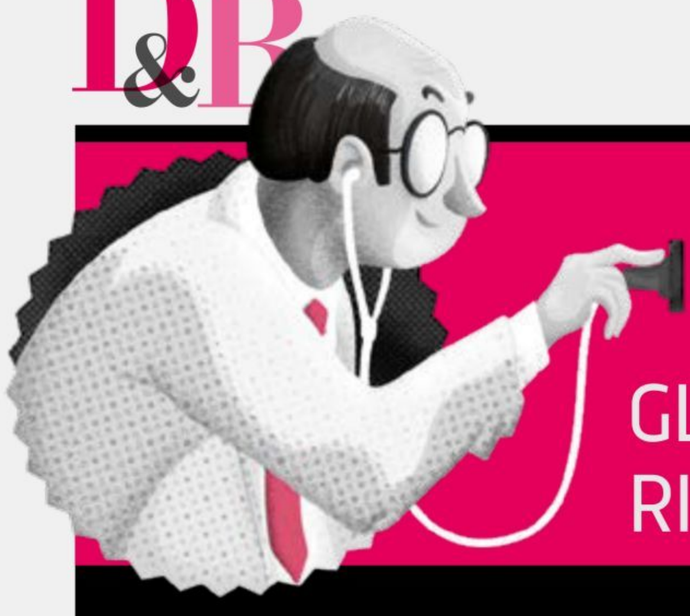
GETTY IMAGES X3, SCIENCE PHOTO LIBRARY ILLUSTRATZIONE: DAN BRIGHT

LE GIRAFFE FANNO UN VERSO?

Sebbene non sia il più loquace degli animali, si sa che la giraffa sbuffa o sibila quando si sente minacciata e che le giraffe femmine "muggiscono" ai loro piccoli. Ma di recente si è scoperto che emettono anche altri suoni. Nel 2015 alcuni ricercatori hanno analizzato le registrazioni di giraffe dagli zoo di Berlino, Copenaghen e Vienna, scoprendo che durante la notte emettono suoni a bassa frequenza. Si pensa che questi versi insoliti siano una forma di "richiamo" tra individui che sono rimasti separati dal resto del branco, che li aiuterebbe a ritrovarsi al buio. C'è un'altra teoria simpatica, secondo cui questo brusio sarebbe prodotto in realtà da giraffe che russano o parlano nel sonno! ***CC***

526

Il numero di "denti" anomali rimossi dalla bocca di un bambino di sette anni in India. I denti, che si trovavano all'interno di un'escrescenza nella mascella inferiore, avevano una dimensione che andava da 0,1 mm a 3 mm e ciascuno aveva smalto, una corona e una piccola radice.



CARO DOTTORE...

GLI ESPERTI DI *BBC SCIENZE* DANNO RISPOSTE A DOMANDE DELICATE

PER UNA SCOMMESSA HO PRESO UNA DELLE PILLOLE CONTRACCETTIVE DI MIA MOGLIE, MA ORA SONO PREOCCUPATO. MI SUCCEDERÀ QUALCOSA?

Prendendone solo una non succede niente. C'è una possibilità su quattro che la pillola non contenga proprio principi attivi, dato che la maggior parte delle confezioni contiene sette pillole di questo tipo (pensate per mantenere l'abitudine ad assumere la pillola mentre si verifica l'"emorragia da sospensione"). Se prendessi regolarmente la "pillola combinata", che contiene ormoni estrogeni e progestinici, avresti dei lievi effetti femminilizzanti, come fianchi più larghi, pelle più morbida e un leggero sviluppo del seno. La dose di estrogeni è circa un decimo di quella assunta dalle donne transgender, ma è una forma di estrogeno associata a maggiori rischi di trombosi venosa profonda e quindi non sarebbe una buona idea per chi fosse interessato a una transizione. L'assunzione regolare di una pillola a base di soli progestinici avrebbe l'effetto principale di ridurre il numero di spermatozoi e la libido. ***HG***

BISOGNA VERAMENTE LASCIAR RIPOSARE IL CIBO DOPO AVERLO TIRATO FUORI DAL MICROONDE?

Le microonde penetrano solo a una profondità di circa tre o quattro centimetri; ciò che si trova a maggior profondità viene riscaldato indirettamente, per conduzione dagli strati esterni del cibo. Le istruzioni di cottura su un pasto pronto potrebbero dire per esempio di scaldarlo a piena potenza per cinque minuti e poi lasciar riposare per altri due. La prima fase aggiunge energia sufficiente per cucinare le vostre lasagne, ma quando escono dal microonde, questa energia non è distribuita in modo uniforme. Lasciandole riposare, il calore può raggiungere il centro, dove ucciderà eventuali batteri. Quindi rispettate sempre le istruzioni. ***LV***

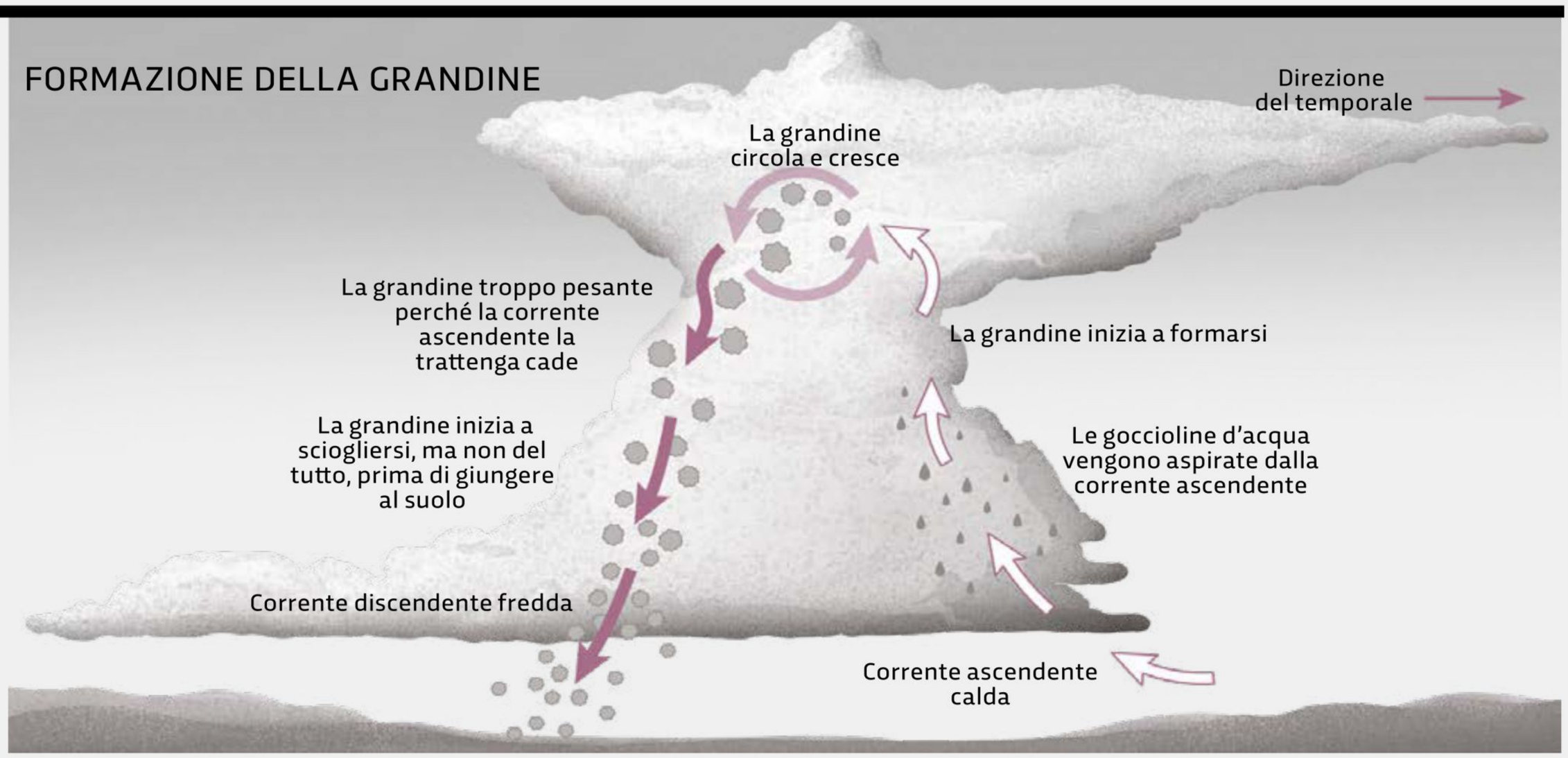
PERCHÉ AI MIEI COLLEGHI NON IMPORTA NULLA DELLE MIE SPLENDIDE VACANZE?

Può sembrare così, ma stai tranquillo, probabilmente non è vero che non gliene importi e quasi certamente non è una questione di invidia. È probabile che trovino difficile apprezzare appieno le esperienze meravigliose che hai vissuto.

Gli psicologi della Harvard University hanno studiato le dinamiche sociali che si verificano quando raccontiamo qualcosa. Hanno scoperto che la maggior parte di noi (sia chi narra sia chi ascolta) pensa che sia più piacevole ascoltare storie di esperienze straordinarie rispetto a racconti più banali. In realtà spesso è vero il contrario: è più gratificante condividere storie più familiari. Il motivo principale è che è molto difficile trasmettere a parole esperienze emozionanti o insolite. Puoi essere pieno di ricordi di panorami sorprendenti o di serate divertentissime ma, a meno che tu non sia un narratore di talento, quando cerchi di trasmettere queste esperienze è facile che gli ascoltatori rimangano freddi. Quindi, paradossalmente, più la vacanza è stata straordinaria, più rischi di alienarti chi ti ascolta. Al contrario, se sei andato in un posto familiare e hai fatto ciò che fanno molti altri nel tuo gruppo sociale, i tuoi colleghi probabilmente apprezzeranno di più le tue vacanze, in quanto saranno in grado di aggiungere i propri aneddoti. ***CJ***

GLI OGGETTI DELL'UNIVERSO CHE SI MUOVONO VERSO DI NOI MANIFESTANO UNO "SPOSTAMENTO VERSO L'AZZURRO"?

La lunghezza d'onda della luce emessa da un oggetto viene modificata dal suo movimento rispetto a un osservatore. Un oggetto che si allontana da noi è "spostato verso il rosso", cioè la sua luce è traslata verso lunghezze d'onda maggiori, quelle all'estremità rossa dello spettro visibile. Ma sebbene l'Universo si stia espandendo, non tutti gli oggetti sono spostati verso il rosso. Alcune delle stelle più vicine, come la stella di Barnard, si stanno muovendo verso di noi e quindi mostrano uno "spostamento verso l'azzurro" (la loro luce viene spostata verso lunghezze d'onda più brevi). Anche alcune galassie (per esempio la galassia di Andromeda) sono spostate verso l'azzurro: infatti, su distanze relativamente brevi, l'attrazione gravitazionale locale tra le galassie può superare l'espansione generale dell'Universo. Il più elevato spostamento verso l'azzurro mai registrato proviene da un gruppo di stelle chiamato "ammasso globulare" che sfreccia verso di noi a 1026 km/s. Ma non temete: sono ancora a milioni di anni luce di distanza! ! ***AGu***



PERCHÉ LE GRANDINATE DURANO MENO DELLE PIOGGE?

La grandine si forma durante i temporali, quando una corrente ascendente di aria calda e umida porta verso l'alto minuscole gocce d'acqua. Le goccioline si congelano ad alta quota e i cristalli di ghiaccio risultanti crescono fino a quando non sono troppo pesanti per rimanere sospesi. Perché si produca la grandine, una massa d'aria calda deve incontrarne una molto più fredda (è proprio questo che crea la corrente ascendente). La grandine si forma solo in una regione ristretta in cui si incontrano queste due masse d'aria e per questo cade solo su una ridotta striscia di territorio. Questi temporali ad alta energia tendono anche a muoversi rapidamente; quindi per chi si trova a terra la grandine è un fenomeno piuttosto breve. Infine, poiché devono essere alimentate da grandi quantità di aria calda e umida, le grandinate esauriscono rapidamente l'energia, e così finiscono in breve tempo. ***AFC***

LE CREATURE PIÙ STRANE IN NATURA...

CHAUNAX PICTUS

Trattenete il respiro, cari lettori, perché questo mese ci tuffiamo in profondità. Centinaia di metri sotto la superficie degli oceani vive un curioso pesce che arranca sul fondale del mare usando le pinne come quattro piccole zampe. Ha una "pelle" rosa e una bocca simile a quella di una rana. Sulla testa ha una pinna dorsale quasi come un unicorno, che si illumina al buio e attira i pesci curiosi verso il loro destino.

È *Chaunax pictus*, una creatura delle profondità che sembra inventata da un bambino di sei anni su di giri per via dello zucchero.

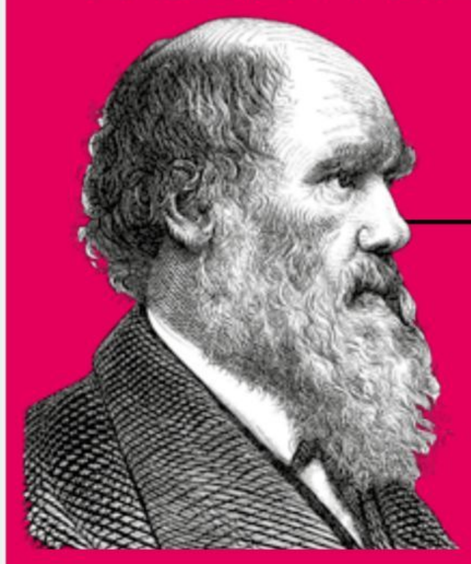
State ancora trattenendo il respiro? Ottimo: è una cosa che avete in comune voi e questo pesce. All'inizio dell'anno è stato scoperto che questo e altri membri della stessa famiglia hanno la capacità unica di trattenere il respiro sott'acqua, anche per quattro minuti.

I pesci respirano ingoiando acqua contenente ossigeno e pompandola fuori dalle branchie, dove viene estratto l'ossigeno. *Chaunax pictus* è in grado di trattenere questa acqua nelle camere branchiali senza espirare. Così gonfio, può aumentare il volume corporeo fino al 30 per cento. Ci sono due possibili ragioni per questo comportamento insolito: potrebbe essere un modo per risparmiare energia in un ambiente in cui scarseggiano le prede e forse aiuta a tenere lontani i predatori, in modo analogo al meccanismo di difesa del pesce palla. *JH*

GETTY IMAGES X2, ALAMY ILLUSTRATIONS: DAN BRIGHT

COSA COLLEGA...

CHARLES DARWIN E CHEWBECCA?



1. Sebbene sia famoso soprattutto per i suoi studi sull'evoluzione, l'ultimo trattato di Charles Darwin riguardava i lombrichi. Nel primo anno dopo la pubblicazione, vendette più del libro *L'origine delle specie!*

2. I lombrichi sono l'alimento base dei tassi e rappresentano fino all'80 per cento della loro dieta. Un lombrico non è molto nutriente e quindi un singolo tasso può mangiarne diverse centinaia in una notte.

3. I tassi hanno un repertorio vocale complesso con almeno 16 versi differenti, che vanno da bassi ringhi e grugniti, a cinguettii, scricchiolii, guaiti e persino una sorta di starnazzio.

4. Quando Ben Burtt, responsabile degli effetti sonori dei film originali di *Guerre stellari*, sviluppò la voce di Chewbecca, usò registrazioni dei versi del tasso, insieme a quelli di orsi, leoni e un tricheco.

PERCHÉ PRODUCO TANTA SALIVA QUANDO VADO A CORRERE?

I vari studi che hanno esaminato la questione sono giunti a risultati contrastanti. Sembra che una breve corsa quando fa freddo spinga a produrre più saliva, mentre una maratona in una giornata calda ne riduca la produzione. Probabilmente il corpo all'inizio cerca di compensare l'effetto di fauci secche dovuto al fatto che respiriamo con la bocca, ma su periodi più lunghi insorge la disidratazione e il corpo riduce la produzione di saliva per non disperdere acqua. Inoltre, qualunque forma di esercizio, indipendentemente dall'intensità, fa secernere maggiori quantità di una proteina chiamata MUC5B, che rende la saliva più appiccicosa e viscosa, contribuendo alla sensazione di secchezza della bocca che si può avere dopo l'attività fisica. ***LV***

CHE DISTANZA PERCORRIAMO OGNI GIORNO NELLO SPAZIO?

Questa domanda apparentemente semplice tira in ballo un assioma fondamentale della fisica: non esiste un sistema di riferimento universale. Quindi, quando parliamo del moto della Terra, dobbiamo decidere rispetto a quale oggetto consideriamo il moto. Per esempio, all'equatore terrestre percorriamo circa 40mila km al giorno rispetto al centro della Terra. Ogni giorno l'orbita terrestre ci sposta di circa 2,5 milioni di chilometri rispetto al centro del Sole. E, sempre ogni giorno, la Terra si muove di circa 19 milioni di chilometri rispetto al centro della Via Lattea. Infine, la Terra percorre anche circa 47 milioni di chilometri al giorno rispetto al "fondo cosmico a microonde", la radiazione residua dalla nascita dell'Universo, che è forse il miglior surrogato che abbiamo come sistema di riferimento universale. Poiché le direzioni di queste varie velocità cambiano in continuazione, non avrebbe senso sommarle. ***AGu***

GETTY IMAGES X8, ALAMY ILLUSTRAZIONI: DAN BRIGHT

COLLEZIONISTA ANTIQUARIO

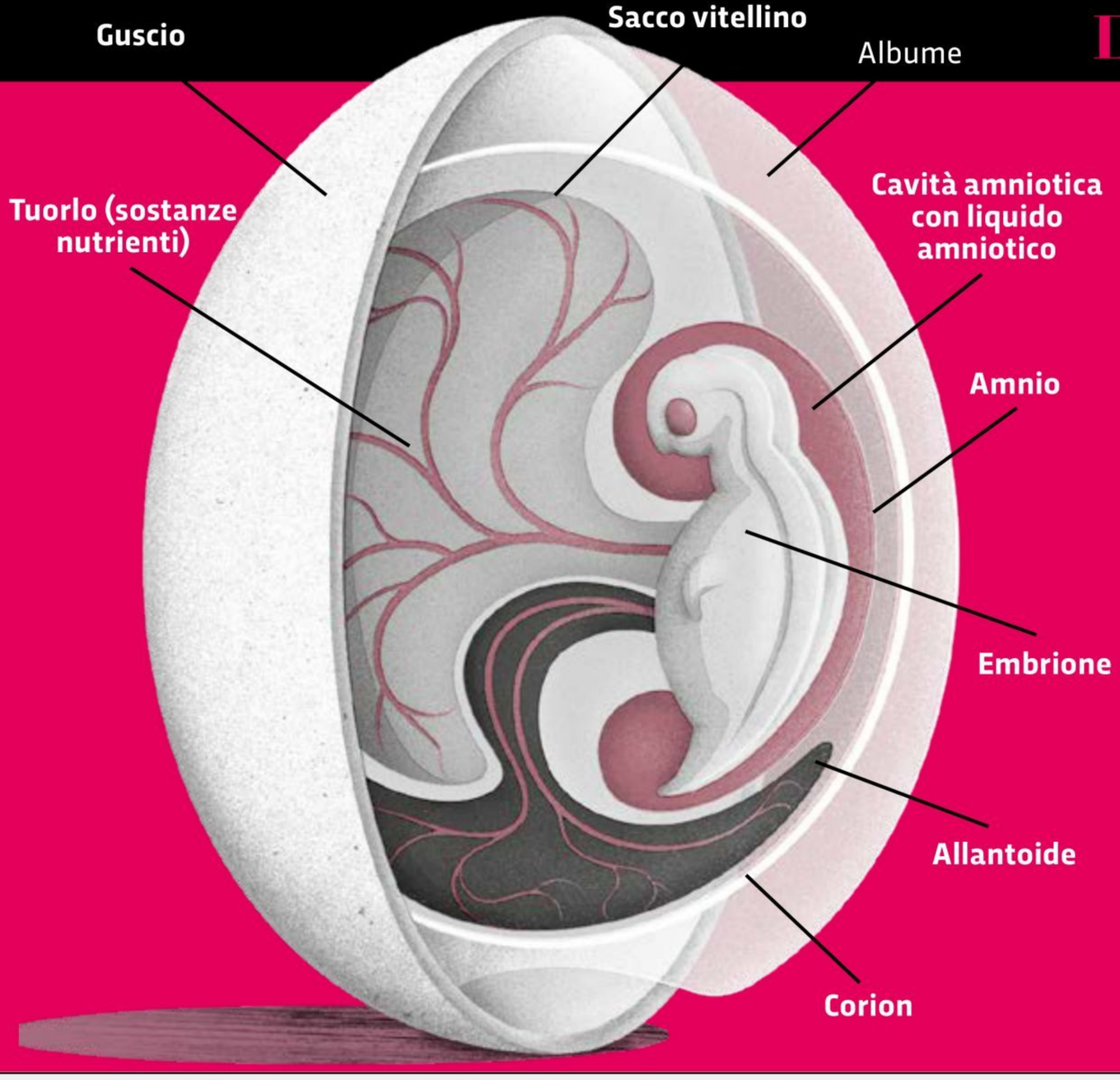
ACQUISTA
DISCHI IN VINILE LP 45 GIRI
POSTER
RIVISTE MUSICALI ANNI '60-'70
ANCHE INTERE COLLEZIONI

MASSIMA VALUTAZIONE
338 8357195

PERCHÉ ALCUNI INSETTI HANNO UN ASPETTO METALLICO?

Molti insetti, in particolare alcuni scarabei e altri coleotteri, hanno una vivida colorazione verde, blu o dorata dall'aspetto metallizzato. Questo effetto non proviene dai pigmenti, bensì è un esempio di "colorazione strutturale". Le creste microscopiche e gli strati trasparenti sulla superficie del carapace di un coleottero agiscono come una serie di lenti che orientano diverse lunghezze d'onda della luce in modo tale che alcuni colori si annullino e altri vengano amplificati; è simile all'effetto arcobaleno su un DVD, causato dai microscopici forellini sulla superficie. Questa lucentezza metallica potrebbe essersi evoluta perché porta a colori brillanti che possono fare da segnale di accoppiamento su lunghe distanze. In alternativa, alcuni ricercatori hanno ipotizzato che imiti l'aspetto delle gocce di pioggia sulle foglie, aiutando gli scarabei a mimetizzarsi. La crescita delle creste e degli strati può inoltre richiedere meno energia rispetto alle molecole di pigmenti, metabolicamente più "costose", il che è importante per gli insetti perché perdono periodicamente la superficie esterna e la riformano. ***LV***

DOMANDA DEL MESE



COME FANNO GLI UCCELLI A RESPIRARE ALL'INTERNO DELL'UOVO?

Dipende tutto dall'efficiente struttura all'interno del guscio d'uovo. All'inizio dello sviluppo di un pulcino, dal suo intestino cresce una struttura cava, simile a una sacca, detta "allantoide". Questa tasca si fonde con una seconda membrana (il "corion") che circonda il pulcino e il suo tuorlo, e insieme formano la "membrana corionica". Con un'estremità attaccata al pulcino e un'estremità sulla superficie interna del guscio d'uovo, questa membrana agisce di fatto da tessuto polmonare, collegando il sistema circolatorio del pulcino al mondo esterno. L'ossigeno si diffonde attraverso i pori microscopici del guscio fino ai vasi sanguigni nella membrana corionica e di lì al flusso sanguigno del pulcino. L'anidride carbonica, il prodotto di scarto della respirazione, procede nella direzione opposta. *CC*

E SE... (FACESSIMO SCAVI MINERARI SULLA LUNA?)

TESTI: **STUART CLARK** ILLUSTRAZIONI: **ANDY POTTS**

La Luna è ricca di risorse naturali. Ma cosa sarebbe successo se fossimo andati lassù e ci fossimo messi a scavare?

Le nostre esplorazioni della Luna nei decenni passati ci hanno rivelato le sue straordinarie potenzialità come fonte di risorse naturali.

Innanzitutto acqua in abbondanza – il suo polo sud è coperto di ghiaccio – essenziale per la fondazione di basi lunari e di colonie. Ci sono poi minerali delle terre rare come neodimio e lantanio (che servono nella fabbricazione di componenti tecnologiche tra cui microfoni, smartphone, batterie e lenti per telecamere), nonché molti altri materiali utili come silicone, titanio e alluminio. Ma, cosa più importante di tutte, si pensa che la superficie lunare abbia una concentrazione relativamente elevata di un raro isotopo dell'elio, chiamato elio-3, che potrebbe alimentare futuri reattori a fusione nucleare. Varie aziende stanno già sviluppando tecnologie per lo sfruttamento minerario della Luna, ma quali saranno le conseguenze di tutto questo?

1 Potrebbe esserci una “corsa all’oro” lunare

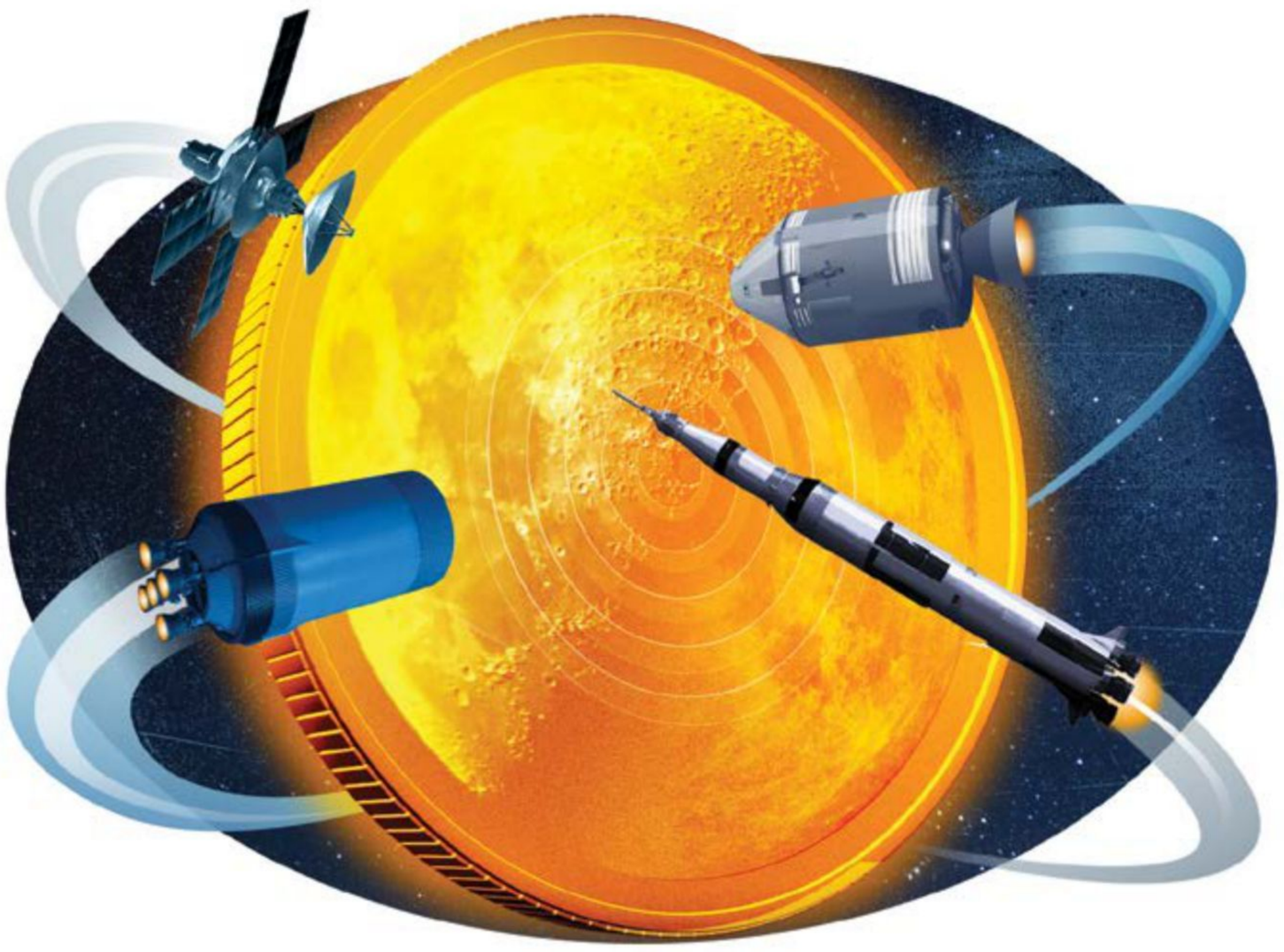
La “corsa alla Luna” sta per riprendere vigore, ma questa volta non riguarderà solo USA e URSS come negli anni Sessanta: ora saranno coinvolti vari paesi, tra cui Cina e India, nonché compagnie private come SpaceX in America e SpaceIL in Israele.

Ciascuno di loro ha interesse sia a trovare una modalità per installarsi a lungo termine sul nostro satellite naturale sia a stabilire se gli scavi minerari lassù siano un’impresa economicamente vantaggiosa. Quel che sorprende è che per ora le leggi internazionali non regolamentano quasi per nulla queste attività.

Il cosiddetto Trattato sulla Luna, aperto alla firma di qualunque paese nel 1979, esiste per tentare di tutelare il satellite collocandolo tra le “eredità comuni a tutta l’Umanità”, ma pur essendo diventato ufficialmente attivo nel 1984 nessuno dei paesi con programmi spaziali lo ha mai firmato: a spiccare particolarmente è l’assenza di Stati Uniti, Gran Bretagna, Russia, Cina e Giappone.

Ciò è dovuto soprattutto al fatto che “eredità comune” implica anche possesso comune ed equa distribuzione delle risorse. In altre parole i ricavi delle vendite di qualunque risorsa estratta sulla Luna non andrebbero al paese o alla compagnia che hanno eseguito l’estrazione, ma dovrebbero essere equamente distribuiti all’intero Pianeta. E i paesi disposti a cedere il loro profitto per il bene comune, a quanto pare, sono ben pochi.

Il Trattato richiede anche la formazione di un organo internazionale che regolamenti lo sfruttamento del satellite: senza questa regolamentazione, potrebbe prevalere la linea del “chi prima arriva prende tutto”, che scatenerebbe una sorta di “corsa all’oro” tra i paesi e le compagnie che possono permettersi i viaggi necessari.



2 Potremmo arrivare prima su Marte

Tutto quel che serve per fabbricare carburante per i razzi è l’acqua. Con il processo chiamato elettrolisi le molecole d’acqua vengono spaccate in idrogeno e ossigeno, che insieme si possono usare come carburante. E, se vogliamo mandare una missione su Marte, di carburante ce ne vorrà tantissimo.

Fabbricare il carburante sulla Terra potrebbe sembrare la soluzione più ovvia, ma a quel punto bisognerebbe lanciarlo nello Spazio. Per vincere il potentissimo campo gravitazionale del nostro Pianeta, un razzo deve raggiungere una velocità di undici chilometri al secondo, operazione veramente costosa. Ma la Luna ha appena un sesto della gravità della Terra: fabbricare e lanciare il carburante da lì costerebbe molto meno.

Nel 2017 alcuni studenti che partecipavano alla Caltech Space Challenge hanno proposto il progetto per una stazione di lancio e rifornimento per missioni spaziali ubicata sulla Luna, partendo dall’idea di estrarre ghiaccio dalla calotta polare e lanciarlo in una “pompa di benzina” orbitale che lo trasformerebbe in carburante fatto di idrogeno e ossigeno da usare per navi spaziali a lunga distanza, come quelle pensate per raggiungere Marte negli anni Trenta del Ventunesimo secolo. Tuttavia Robert Zubrin, presidente della compagnia spaziale Pioneer Astronautics e sostenitore di vecchia data dell’esplorazione di Marte, ritiene questa idea troppo tortuosa e in ultima analisi più costosa delle alternative: “I costi di propulsione per andare a prendere il carburante sulla Luna”, avverte, “sarebbero di fatto maggiori di quelli necessari per volare direttamente verso Marte”.

3

Potremmo perdere una preziosa risorsa scientifica

Dal punto di vista scientifico, la Luna è come una capsula del tempo. Non avendo un'atmosfera, non ha nemmeno agenti che possano erodere la sua superficie, la cui distesa punteggiata di crateri rappresenta 4,5 miliardi di anni di storia astronomica. Sulla Terra non possediamo un simile tesoro di memoria geologica: è stato divorato dall'erosione e dal "riciclaggio" costante della superficie a causa del movimento delle pacche tettoniche. Aprire operazioni minerarie sulla Luna finirebbe per sortire lo stesso effetto? Ancora prima delle miniere vere e proprie, la semplice installazione di una base mineraria implicherebbe la distruzione di ampie porzioni di suolo lunare (la regolite) per far posto agli edifici o estrarre il materiale da costruzione per gli edifici stessi. E ciascuna di quelle rocce che andrebbero distrutte potrebbe contenere informazioni geologiche fondamentali su come la Luna e, per estensione, la Terra si sono formate. E non verrebbe messa a repentaglio solo la conoscenza scientifica, ma anche i siti di allunaggio dell'inizio dell'era spaziale, come quelli delle missioni Apollo, che possiedono un intrinseco significato culturale. "Non appena i viaggi sulla Luna diventeranno più frequenti", dice Alice Gorman, esperta di archeologia spaziale della Flinders University in Australia, "quei siti rischieranno di sparire". Persino se non li danneggiassimo direttamente, la polvere sollevata dall'atterraggio delle navi spaziali potrebbe eroderli o ricoprirli, cancellando per esempio le famosissime impronte lasciate dagli astronauti.
Ogni società ha un suo modo per relazionarsi alla Luna, e l'inizio delle operazioni minerarie influirebbe anche su questo. "Non sono del parere che le cose debbano rimanere sempre come sono ora", conclude Gorman, "ma dobbiamo riflettere bene prima di agire, e prendere solo decisioni informate".

4 La Luna potrebbe dichiarare la propria indipendenza

Nel 1967 il Trattato sullo Spazio Extra-Atmosferico entrò a far parte della legislazione internazionale proibendo a tutti gli Stati della Terra di reclamare diritti territoriali su qualunque corpo celeste. È per questo che né gli Stati Uniti né l'Unione Sovietica hanno potuto reclamare la sovranità sulla Luna quando vi sono atterrati. Ma che cosa accadrebbe se un giorno gli ipotetici coloni lunari si mettessero insieme e decidessero di dichiarare la propria indipendenza? Christopher Newman, esperto di leggi sullo Spazio dell'Università della Northumbria, la trova una eventualità improbabile.
"La Luna è vicina alla Terra e strettamente collegata a essa", fa notare. "Più che lo scenario di una colonia lunare che voglia stabilire una propria identità, trovo verosimile un trasferimento lassù degli Stati nazionali terrestri". E, per quanto questo possa sembrare in contraddizione con il principio di non proprietà stabilito dal Trattato sullo Spazio Extra-Atmosferico, la cosa potrebbe comunque avvenire, in un modo molto ovvio: tutti gli Stati coinvolti vorrebbero costruire le proprie infrastrutture, e verosimilmente le concentrerebbero in luoghi specifici. "Certo, nessuno potrebbe reclamare la sovranità sulle regioni in senso geografico", dice Newman, "ma si creerebbero lo stesso delle zone di influenza effettiva".
In ogni caso, se gli scavi minerari iniziassero e avessero successo, la situazione potrebbe cambiare completamente. Con l'espansione delle attività, le zone dei vari stati potrebbero cominciare a fondersi tra loro e i vecchi confini nazionali potrebbero sembrare via via meno importanti. Potrebbe svilupparsi una nuova cultura lunare, distinta da quelle terrestri, e una volta che i coloni arrivassero a decidere che hanno più cose in comune tra loro che con qualunque paese del pianeta madre, l'indipendenza potrebbe diventare un'opzione abbastanza plausibile.

STUART CLARK
(@DrStuClark) *è giornalista e scrittore che si occupa di astronomia.*

5 Potremmo riuscire a invertire il cambiamento climatico

C'è una cosa che la Luna possiede in abbondanza sconfinata: la polvere. Che è una fonte altrettanto sconfinata di fastidio. Essendo altamente abrasiva, rovina le superfici e danneggia i boccaporti sigillati. È scura e appiccicosa e ricopre qualunque cosa venga spostata all'esterno. Ed è anche tossica e pericolosa per la salute degli astronauti che dovessero inalarne troppa. "La polvere è uno dei maggiori problemi ancora insoluti in vista di un nostro ritorno sulla Luna", dice Gorman.
Eppure questa sostanza onnipervasiva potrebbe anche avere un impiego straordinario: salvare il nostro Pianeta dal cambiamento climatico. Nel 2007 Curtis Struck, astrofisico dell'Università Statale dello Iowa, ha infatti studiato la possibilità di utilizzarla per schermare la Terra dai raggi solari. Questa sorta di "occhiali da sole" sistemati in orbita sarebbero una misura estrema per combattere il riscaldamento globale, ma ridurrebbero effettivamente il quantitativo di energia che il Pianeta riceve. Secondo Struck questi "occhiali" potrebbero essere composti da nubi di polvere raccolta nelle miniere sulla Luna e depositata in punti strategici dell'orbita terrestre. Certo, ci sarebbero anche lati negativi: Struck spiega che queste nubi rifrangerebbero la luce solare e renderebbero le notti più luminose, ancora di più delle normali notti di luna piena. "L'Umanità ha già provocato cambiamenti che hanno avuto un impatto negativo sull'ambiente terrestre", scrive nel finale del suo articolo. "Con i metodi descritti potremmo invece migliorarlo".
In ogni caso, l'idea delle nubi di polvere rimarrebbe nel novero delle "soluzioni disperate".

INNOVAZIONI

PREPARIAMOCI AL DOMANI

Il futuro dei trasporti in città? Se avranno successo, macchine come questa della Jaguar Land Rover potrebbero essere la risposta ai crescenti divieti alle auto a benzina e diesel in vari paesi europei

L'INVASIONE DEI POD PORTA-PERSONE

ThiGM Cruise Origin

La prima auto autonoma senza volante né pedali che si spera di poter testare in tempi brevi. Serve solo che la General Motors convinca un'autorità municipale a lasciarla libera per le strade della propria città.

Toyota e-Palette

Simile a una navetta da aeroporto, ma senza un autista che ha fatto appena tre ore di sonno, la e-Palette porterà in giro, nel 2021, atleti e staff durante le Olimpiadi di Tokyo.

Optimus Ride

L'anno scorso questa start-up del MIT ha lanciato il primo servizio di pod autonomi a New York. Il veicolo trasporta passeggeri nella Navy Yard di Brooklyn, un complesso industriale di trecento acri con diecimila dipendenti.

DIAMO UN'OCCHIATA

La Jaguar Land Rover testa una flotta di auto autonome

Il Progetto Vector metterà in campo una flotta di venti "pod" che porteranno in giro gli studenti per il campus universitario di Warwick e anche oltre...

CHE COS'È? Uno sguardo su quello che la Jaguar Land Rover (JLR) e altre aziende immaginano come il futuro della motorizzazione. Il Progetto Vector è uno shuttle autonomo (anche se dotato comunque di volante e pedali, nel caso servissero) che quest'anno comincerà a portare in giro gli studenti per il campus dell'Università di Warwick ed entro il 2021 estenderà il suo raggio d'azione fino al centro della città di Coventry.

Il veicolo impiega uno chassis (il telaio) "a skateboard", una semplice piattaforma lunga quattro metri con ruote e motore elettrico, configurabile per supportare corpi differenti. Per ora la macchina consiste in un pod a sei posti, che può raggiungere i cinquanta chilometri orari e in questa prima fase di test può anche essere guidato a mano. Ma è già possibile cambiare completamente il corpo e trasformarlo in una macchina da strada urbana.

PERCHÉ È IMPORTANTE? Bisogna ammettere che la maggior parte dei progetti innovativi sulle auto raramente entra nel mondo reale. Ed è questo che rende rilevante il Progetto Vector. Molte delle macchine autonome realizzate finora hanno imparato bene a guidare, ma compagnie come la JLR prevedono che in futuro tanta gente non solo non vorrà guidare, ma non vorrà nemmeno possedere un'automobile: le persone che vivono in città potrebbero finire per preferire l'essere portate in giro da flotte di auto autonome. Se davvero sarà così, i veicoli più apprezzati diventeranno quelli capaci di portarci da A a B nella maniera più efficiente.

Ma non è soltanto una cattiva notizia per i tassisti: questi veicoli avranno bisogno di software capaci di anticipare le domande degli utenti (per esempio dove si tiene una certa partita di calcio), evitare il traffico e sapere dove e quando ricaricare le proprie batterie. Insomma, se le macchine autonome devono rendere la nostra vita più facile, e non il contrario, per loro deve avere inizio una nuova fase di apprendimento. Soprattutto se non vogliamo che vadano ad aumentare la congestione urbana girando in massa per la città alla ricerca di un passeggero o di un posto per parcheggiare.

CHE COSA VERRÀ DOPO? Tutto questo fa parte della missione della JLR denominata Destinazione Zero, che mira appunto a ridurre a zero gli incidenti, il traffico e le emissioni di anidride carbonica. Un obiettivo di una certa portata per un'azienda che produce SUV di grandi dimensioni, eppure la Jaguar ha già investito molto nella ricerca sulle auto elettriche, creando anche un suo circuito sportivo per il modello I-Pace. Nel frattempo in vari paesi europei i divieti sulle nuove auto a benzina e a diesel vengono anticipati sempre di più, quindi non è strano che la principale casa automobilistica britannica pensi al futuro con cognizione di causa.

MA A ME NON PIACCIONO I POD... La JLR non è la sola azienda ad aver sperimentato questo approccio. Quest'anno la General Motors ha rivelato il suo Cruise Origin, un "trasporta-persone" autonomo, senza volante né pedali, pensato per gli ambienti urbani. Tuttavia, essendo del tutto privo della possibilità di far intervenire un guidatore umano, avrà bisogno di permessi speciali dai governi locali per poter essere testato nelle strade.

Intanto, lo scorso ottobre ha cominciato a percorrere le strade di Londra una più familiare Ford Mondeo equipaggiata con tecnologia autonoma. Il test, primo nel suo genere, è portato avanti da Oxbotica, una compagnia tecnologica britannica che spera di poter cominciare a testare quest'estate anche un servizio di taxi car-sharing, in collaborazione con la compagnia Addison Lee. Chi vuole un passaggio?

TEST

Schermi per monitor

In un futuro sempre più prevedibile, molti di noi lavoreranno esclusivamente da casa. Ecco la nostra selezione degli schermi che non affaticheranno la vostra vista...

Il meglio per... fotografi e altri professionisti dell'immagine

← **Dell U2720Q** (circa 300 euro), *dell.com*

Questo monitor professionale della Dell è un "cavallo da tiro" che non si dà arie. Ha una speciale copertura antiriflesso e rimane meravigliosamente chiaro da un gran numero di angoli di visuale. Queste caratteristiche, unite a una luminosità diffusa, lo rendono particolarmente poco stancante per la vista. I suoi 27 pollici sono il minimo necessario per una risoluzione a 4K, ma l'immagine è molto nitida ed esalta particolarmente i dettagli delle fotografie a soggetto naturalistico: nello scatto di un martin pescatore, per esempio, mette bene in risalto le tonalità di verde e blu del piumaggio. È anche ben calibrato e vi permette di mettervi subito al lavoro. È progettato per essere regolabile in altezza, inclinazione e angolazione, ha una cornice particolarmente leggera e un'impronta minima. Sul retro ci sono tutte le prese immaginabili, inclusa una 90W USB-C per ricaricare rapidamente il vostro portatile e condividere gli schermi con un solo cavo.

Il meglio per... ingegneri, progettisti e video editor

← **BenQ PD3220U** (circa 1.230 euro), *benq.eu*

Per chi pensa di non avere mai abbastanza schermo, questo modello BenQ è l'opzione ideale. Una risoluzione a 4K può sembrare non necessaria su schermi più piccoli, ma su questo 32 pollici i dettagli più minuti risaltano alla perfezione. È facile da configurare, a fronte di altri monitor di alta qualità che abbiamo testato in passato e che richiedevano una calibrazione accurata. Le fotografie appaiono ricche e vibranti, con veri abissi di contrasto tra chiaro e scuro: gli scatti di barriere coralline o paesaggi sembrano letteralmente uscire dallo schermo. Il piedistallo è un po' ingombrante ma permette di regolare l'altezza e fare aggiustamenti di angolazione anche minuscoli con un solo dito. La cornice elegante riesce persino a nascondere il profilo abbastanza spesso. Ha un gran numero di prese, inclusa una fondamentale USB-C. Per i professionisti è un vero must.

Il meglio per... chi non ha spazio

← **Samsung Space Monitor 4K** (circa 397 euro), *samsung.com*

Questo schermo, disponibile in 27 o 32 pollici, cambia totalmente le regole del gioco. Il sostegno ha una morsa che si può agganciare al bordo del tavolo e permette di risparmiare anche il poco spazio occupato da un piedistallo. In esso c'è anche uno spazio per alloggiare i cavi. L'altezza non è regolabile ma il sostegno è incardinato e si può muovere aventi e indietro, così da permettervi di regolare l'inclinazione. È talmente smart che sarebbe bello fosse un touchscreen, perché fa venire voglia di usarlo come un gigantesco tablet. La sua intelligente progettazione consente qualche concessione qua e là. Le immagini non sono perfette al singolo pixel come quelle degli altri schermi qui presentati, ma le prestazioni rimangono più che sufficienti per gran parte degli utenti. Sfortunatamente non ha una presa USB-C, ma se vi doveste trovare con l'improvvisa necessità di trasformare il vostro salotto in un ufficio, questo è l'apparecchio giusto per non snaturarne troppo l'aspetto.

Ideee che ci piacciono...

Un tablet che può rimpiazzare un portatile

Il nuovo iPad pro della Apple sembra davvero confondere il confine tra tablet e portatile. Il Magic Keyboard ora è dotato di un trackpad nella parte bassa e l'hardware all'interno è virtualmente alla pari con quello di un Mackbook Air. Il sistema operativo è ancora iOS (e non OXS, come in genere nei Mac), ma le sue app stanno raggiungendo il livello di sofisticatezza di veri e propri software Mac. Adesso include anche uno scanner LiDAR con il quale può "vedere" il mondo intorno a sé, permettendo straordinarie esperienze di realtà aumentata.

iPad Pro 2020 (circa 850 euro), *apple.com*

Una consolle a cui piacciono i vostri vecchi giochi

Con questo "monolito" che tutti adoreremo la Microsoft si appresta a riscrivere la bibbia delle consolle. La XBox Series X sarà compatibile con tutto il materiale precedente, ma disporrà anche di una nuova tecnologia che renderà persino più belli i vecchi giochi. Offrirà anche un sistema di "smart delivery" per il quale, se comprerete un gioco per Xbox One, avrete automaticamente anche la versione aggiornata per la Series X. La scelta starà agli sviluppatori individuali. Oltre a tutto questo – ma è quasi inutile dirlo – sarà anche incredibilmente potente, capace di supportare giochi a 4K con 128fps. La Microsoft sostiene che sarà potente il doppio dell'attuale Xbox One X.

Xbox Series X,
prezzo da definire,
uscita per novembre 2020

Un aspirapolvere robot ancora più smart

La Dyson ha dato agli aspirapolvere robot un nuovo cervello. O, più precisamente, li ha dotati di un processore quad core e 10GB di spazio, l'equivalente di 20x rispetto al loro predecessore, l'Eye. Questa capacità di computazione aumentata lo rende migliore nella navigazione e nella mappatura di casa vostra: terminata la mappatura, potrete indicargli di pulire solo determinate aree o di evitarne altre, che magari sono piene di cavi o di altri oggetti delicati.

Dyson Heurist (circa 884 euro), *dyson.com*

ANGOLO RELAX

a cura di ***Alessandro Agnoli***

LE SOLUZIONI SONO A PAGINA 95

SUDOKU

Per risolvere uno schema di sudoku devi riempire tutte le caselle in modo che ogni riga, ogni colonna e ogni settore contenga le cifre da 1 a 9 senza ripetizioni.

1			3	5		2		
				4	1		7	
			6	7	9			5
6		3				7	5	
7	9	1				8	4	3
	2	5				9		1
9			8	6	7			
	4		1	9				
		7		3	5			9

1			5		7			
	3			2	9	5		
			3	4			2	
3		5			1		7	6
	1	7				3	9	
8	6		2			1		5
	2			9	6			
		3	4	1			5	
			7		5			2

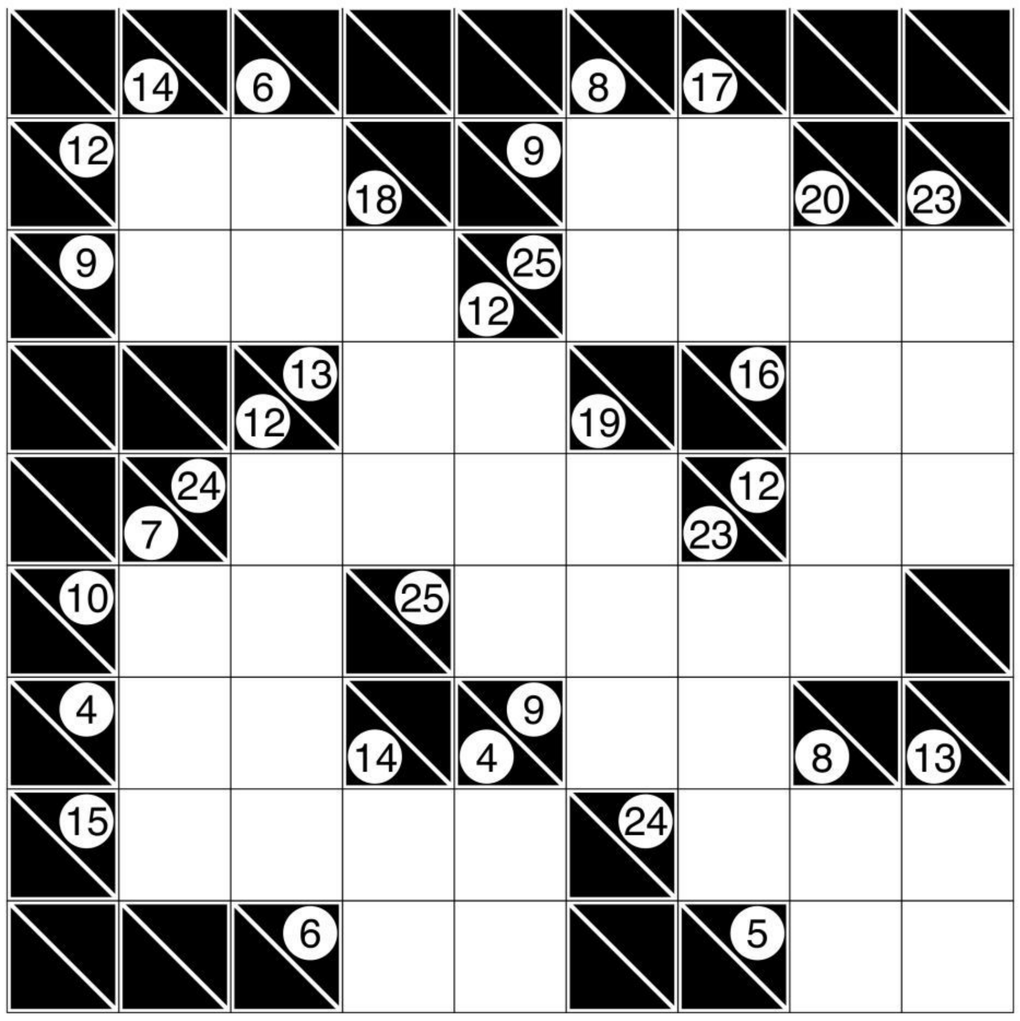
KILLER

In questa variante del sudoku vi sono una serie di "zone" individuate dal bordo tratteggiato e da un numerino in alto a sinistra: sommando i numeri contenuti in ciascuna zona (che devono essere sempre diversi) si ottiene proprio quel numerino.

11		9		11	17		5	
		30			12		5	14
20				8				
	3	8	23			6		4
15			16			14	16	
	12		6					13
13	11	17			10			
		8		14			29	
9		3			13			

KAKURO

La regola è semplicissima: le caselle vuote vanno riempite con le cifre da 1 a 9. La somma delle cifre di ogni blocco di celle orizzontale o verticale deve essere uguale al numero indicato a sinistra o sopra lo stesso blocco. Ciascuna cifra non può ripetersi nel medesimo blocco. Ecco tutto!



Partendo dalla parola in alto e terminando con quella in basso, collega in una catena tutti i termini proposti. Il collegamento può avvenire per anagramma, attinenza, sinonimo, contrario ecc.

CATENE DI PAROLE

PISTOLA	1	CASCO	2
	Uffizi		Terra
	Casello		Lettera
	Castano		Piano
	Postali		Vaniglia
	Sole		Amore
	Firenze		Maniglia
	Suole		Budino
	Capello		Banane
	Autostrada		Pianeta
	Uffici		B
	Toscana		Scimmie
SCARPE		MOLLE	

4 SEGNI

In entrambe le serie di numeri piazza una e una sola volta ciascuno dei 4 segni evidenziati (+, -, x, :) con lo scopo di ottenere il totale indicato. Le operazioni si eseguono rigorosamente nell'ordine.

\+ - x :

5 ☐ 25 ☐ 3 ☐ 6 ☐ 1 = 4

\+ - x :

4 ☐ 6 ☐ 4 ☐ 2 ☐ 4 = 14

SCACCHI

In entrambi i problemi cerca di vincere la partita partendo dalla situazione proposta.

1. Matto in 1 mossa, sia per il Bianco che per il Nero

Esistono soltanto due cose: scienza e opinione; la prima genera conoscenza, la seconda ignoranza.

Ippocrate

TUTTI I VENERDÌ IN EDICOLA IL MIGLIOR APPUNTAMENTO PER GLI APPASSIONATI DI SUDOKU!

OGNI 10 DEL MESE IN EDICOLA I MIGLIORI ROMPICAPO LOGICI PER TUTTI!

...TUTTO QUESTO E MOLTO ALTRO!

CACCIA AL BAMBINO SPAZIALE

> “In una missione del genere il rischio deve essere inferiore o al massimo uguale a quello di un normale parto sulla Terra”

Il primo bambino nato nello Spazio potrebbe vedere la luce entro una quindicina di anni secondo *Egbert Edelbroek*, fondatore e amministratore delegato della SpaceBorn United, un’organizzazione di ricerca dedicata proprio a questo scopo

GETTY IMAGES

EGBERT EDELBROEK
a capo della sezione Innovazione e Strategia della Spaceborn United **(spacelifeorigin.nl)**. Lo ha intervistato lo scrittore scientifico Mićo Tatalović

PER QUALE MOTIVO DOVREMMO VOLER FAR NASCERE BAMBINI NELLO SPAZIO?
La motivazione in sé è parte di uno scenario più vasto, che riguarda lo studio delle nostre capacità di vivere e riprodurci nello Spazio. Per vedere i primi bambini concepiti nello Spazio non ci vorrà molto, forse cinque anni, visto che si tratta di un processo con meno problemi etici. Perché ci nascano anche bisognerà aspettare una quindicina d’anni. È ipotizzabile che presto il settore del turismo spaziale attiri una nutrita clientela di ricchi eccentrici, e che per i paesi che partecipano alla nuova corsa allo Spazio la prospettiva di avere il primo bambino spaziale possa risultare assai attraente. Una situazione che presenta aspetti problematici sul piano etico, e che su quello medico fa nascere rischi a cui dobbiamo essere preparati. Dunque dobbiamo innanzitutto affrontare la parte etica e fare ricerca scientifica. Tutto questo potrebbe anche aumentare la consapevolezza collettiva di quanto sia importante l’esplorazione spaziale, e contribuire alle ambizioni della NASA e delle altre maggiori agenzie spaziali del mondo di installare colonie umane permanenti sulla Luna, su Marte e su altri pianeti. Tutti questi progetti non avrebbero senso se prima non studiassimo la riproduzione umana nello Spazio. Le maggiori agenzie spaziali tuttavia non possono occuparsene, poiché sono finanziate con denaro pubblico

e questa è una questione eticamente delicata: per questo è loro espressa volontà che se ne occupino compagnie private specializzate. Chiaramente tutto l'interesse si concentra sullo scopo finale, il più ambizioso. Ma per arrivare lì bisogna procedere un passo alla volta, il primo dei quali è portare nello Spazio la tecnologia della fecondazione in vitro: è su questo che ci stiamo concentrando ora.

LO SCOPO FINALE È CAPIRE COME L'UOMO POSSA RIPRODURSI CON SUCCESSO FUORI DALLA TERRA?

Sì: capire tutto sull'argomento e le sue diverse fasi, anche in relazione ad aree diverse dello Spazio. Sulla Terra siamo protetti dalla magnetosfera: sulla Luna la protezione è assai meno solida, e su Marte è del tutto assente.

È CORRETTO DIRE CHE QUANDO SARETE PRONTI A MANDARE UNA DONNA INCINTA A PARTORIRE NELLO SPAZIO LA PARTE DELLA SPERIMENTAZIONE SARÀ TERMINATA E IL PROCESSO SARÀ STATO DICHIARATO SICURO?

Sì, è corretto. Nelle fasi sperimentali il rischio di fallimento è sempre alto: non sarebbe accettabile in una situazione eticamente delicata come questa, e a ragion veduta. In una missione del genere il rischio deve essere inferiore o al massimo uguale a quello di un normale parto sulla Terra. Gli esperti con i quali collaboriamo ritengono di poter ottenere questo risultato entro dieci-quindici anni.

QUANDO INIZIERANNO LE SELEZIONI DELLE DONNE CHE POTRANNO PARTORIRE NELLO SPAZIO? E QUALI SARANNO I CRITERI?

Abbiamo approntato un insieme di criteri estremamente elaborato per rendere il tutto il più sicuro possibile. Tra essi c'è per esempio l'età. Non abbiamo ancora iniziato le selezioni né stabilito una finestra temporale. Potremmo cominciare se sapessimo che le cose si smuoveranno, per dire, entro un paio d'anni. Se per esempio Jeff Bezos, fondatore della compagnia aerospaziale Blue Origin, dicesse: "Questa è una priorità urgente, ecco un miliardo di dollari", potremmo dare inizio a una nutrita serie di ricerche parallele ed essere in grado di arrivare a un risultato eticamente accettabile in pochi anni. Ma è poco probabile che vada così: più facilmente serviranno dodici-quindici anni, e con una finestra temporale così ampia è inutile dare false speranze. Per ora ci concentriamo sul progetto di portare la tecnologia della fecondazione in vitro nello Spazio, per il quale serviranno comunque quattro o cinque anni, e da lì proseguiremo verso gli step successivi. Solo quando saremo realmente pronti al parto nello Spazio e avremo ampie conoscenze su tutti i dettagli potremo cominciare le selezioni di reclutamento. È comunque incoraggiante sapere che c'è già gente disposta a partecipare.

DUNQUE AVETE GIÀ DONNE INTERESSATE?

Siamo parlando con persone che si mostrano interessate a partecipare. Vogliamo comprendere il meglio possibile la loro percezione del rischio, ma anche i loro bisogni in senso psicologico, per poter affrontare qualunque questione inerente. Non le abbiamo cercate noi: ci hanno trovato loro. Ci hanno scritto per email dicendo: "Siamo interessate. Possiamo avere più informazioni?". Abbiamo spiegato che il reclutamento non è ancora iniziato, al momento abbiamo altre priorità. Sappiamo che i media sono particolarmente attratti dall'argomento, e non c'è nulla di male in questo, anzi ci permetterà di raggiungere un gran numero di persone. Ma per ora la cosa non è nella nostra tabella di marcia.

COME FATE A STUDIARE LA RIPRODUZIONE NELLO SPAZIO SENZA MANDARE FISICAMENTE PERSONE LASSÙ?

Si può imparare moltissimo già dai modelli animali, ma anche dalle basi della fisiologia umana sulla Terra. Parte della nostra ricerca consiste nel progettare missioni e seguire gli sviluppi di settori come il turismo spaziale e il volo spaziale a bassa gravità: si tratta di informazioni disponibili pubblicamente, e quel che facciamo noi è combinarle. Per progetti di questo tipo non serve avere fisicamente un laboratorio: basta poter parlare con chi si è occupato dei vari argomenti. Naturalmente servirà anche studiare nella pratica campioni cellulari: se vogliamo cambiare la concezione della fecondazione in vitro dobbiamo costruire un prototipo, testarlo e convalidarlo con cellule animali, ma per questo ci servono altri finanziamenti. Ci stiamo lavorando. Abbiamo formato un gruppo internazionale di oltre ottanta esperti di tecnologia spaziale biomedica, di etica, di diritto e di legislazioni sullo Spazio. Non lavoriamo solo nella nostra sede nei Paesi Bassi: io stesso mi sposto tra Stati Uniti, Germania e Gran Bretagna, e i nostri collaboratori vengono da tutto il mondo. Ora speriamo di poter collaborare con Asgardia, la prima nazione spaziale: le nostre ambizioni coincidono. ■

SOLUZIONI
DELL'ANGOLO RELAX

SUDOKU

1	7	4	3	5	8	2	9	6
5	6	9	2	4	1	3	7	8
2	3	8	6	7	9	4	1	5
6	8	3	9	1	4	7	5	2
7	9	1	5	2	6	8	4	3
4	2	5	7	8	3	9	6	1
9	5	2	8	6	7	1	3	4
3	4	6	1	9	2	5	8	7
8	1	7	4	3	5	6	2	9

1	9	2	5	6	7	4	8	3
4	3	8	1	2	9	5	6	7
7	5	6	3	4	8	9	2	1
3	4	5	9	8	1	2	7	6
2	1	7	6	5	4	3	9	8
8	6	9	2	7	3	1	4	5
5	2	1	8	9	6	7	3	4
6	7	3	4	1	2	8	5	9
9	8	4	7	3	5	6	1	2

KILLER

2	5	6	3	7	8	9	1	4
1	3	8	9	4	5	7	2	6
4	9	7	6	2	1	5	3	8
7	1	5	8	9	6	2	4	3
6	2	3	4	5	7	8	9	1
9	8	4	2	1	3	6	7	5
8	7	9	5	3	4	1	6	2
5	4	1	7	6	2	3	8	9
3	6	2	1	8	9	4	5	7

KAKURO

8	4	■	■	1	8	■	■
6	2	1	■	7	9	3	6
■	■	9	4	■	■	7	9
■	2	8	5	9	■	4	8
4	6	■	3	7	9	6	■
1	3	■	■	3	6	■	■
2	1	9	3	■	8	7	9
■	■	5	1	■	■	1	4

4 SEGNI

5+25:3-6x1=4;
4x6-4:2+4=14

SCACCHI

1. Bianco d7xc8=C# promuovendo il pedone a Cavallo invece che a Donna, si sfruttano le particolari peculiarità di questo pezzo e si riesce a dare subito matto con la complicità dell'Alfiere f3 che presidia la diagonale maggiore. Se invece fosse il turno del Nero
1. Nero Tf6→h6#

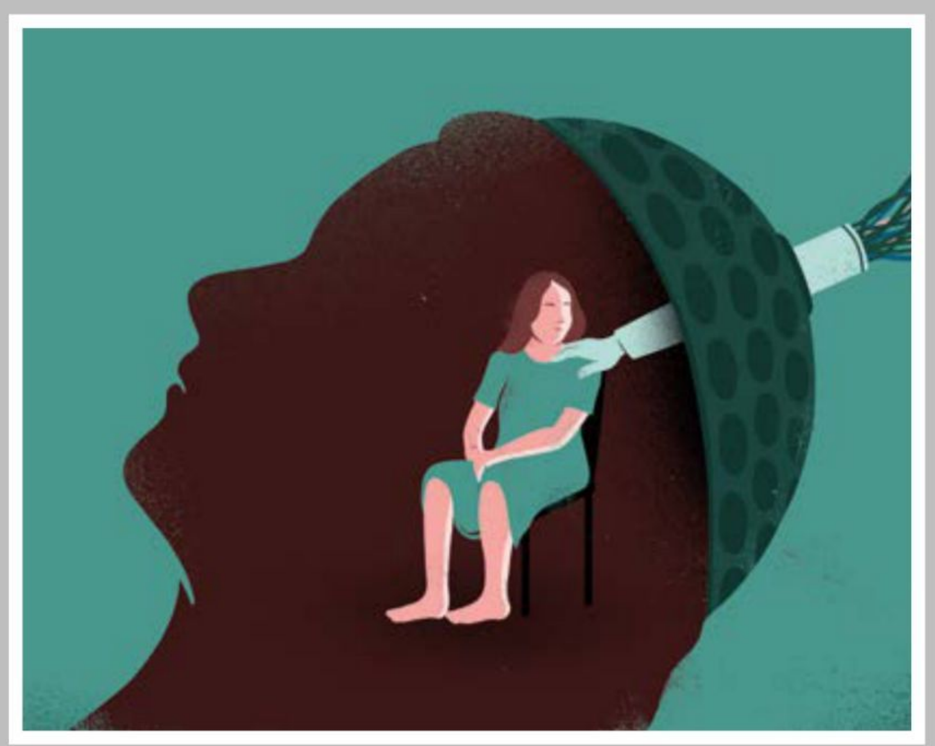
CATENE DI PAROLE

1. Pistola - Postali - Uffici - Uffizi Firenze - Toscana - Castano Capello - Casello - Autostrada Sole - Suole - **Scarpe**.
2. Casco - Banane - Scimmie - Pianeta - Terra - Piano - B - Lettera Amore - Maniglia - Vaniglia Budino - **Molle**.

PROSSIMAMENTE

C'È QUALCUNO LÌ DENTRO?

Un nuovo sorprendente studio ha scoperto che il 15 per cento dei pazienti in coma potrebbe essere cosciente e consapevole di quel che accade intorno. Ora si cerca il modo per risvegliarli

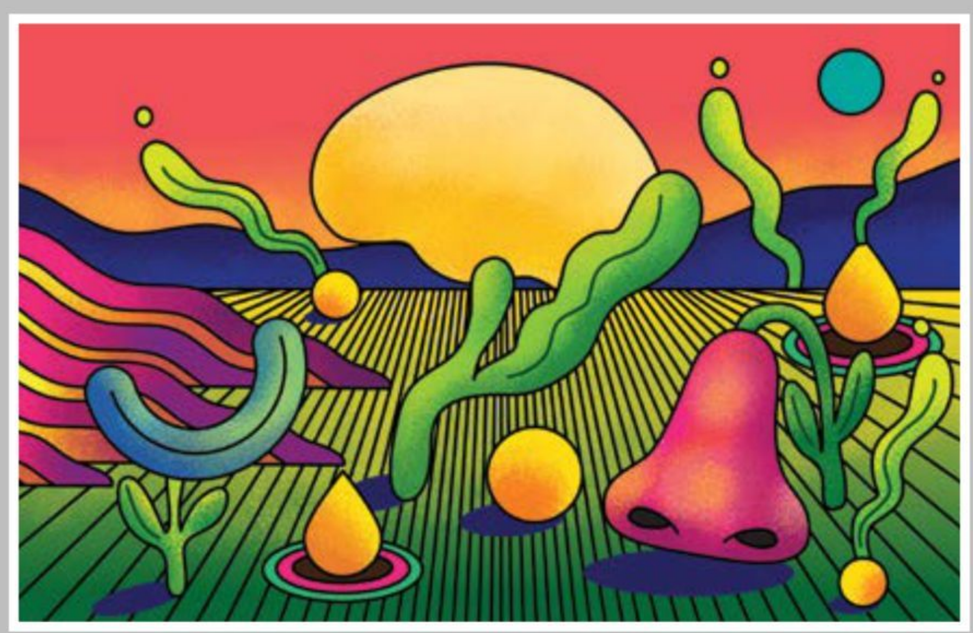


VIA DALLA TERRA

Un gruppo di astronauti si addestra nei luoghi più estremi del Pianeta per capire come affrontare viaggi verso altri mondi.

IDEE AL LIMITE

Le più radicali teorie della scienza dei prossimi anni, dalla morte reversibile all'autocoscienza delle piante.



IN USCITA IL 15 SETTEMBRE

SCIENZE

Bimestrale - prezzo di copertina 5,90 €
www.sprea.it - redazione@bbcscience.it

Realizzazione editoriale a cura di:
Studio Editoriale Brillante s.r.l. diretto da Giuseppe Brillante
Hanno collaborato:
Anna Cessa, Luca Tarenzi, Daniele Gewurz, Emilio Vitaliano, Martina Molino

Sprea S.p.A.
Sede Legale: Via Torino, 51 20063 Cernusco Sul Naviglio (Mi) - Italia
PI 12770820152- Iscrizione camera Commercio 00746350149
Per informazioni, potete contattarci allo 02 924321

CDA:
Luca Sprea (Presidente), Alessandro Agnoli (Amministratore Delegato), Maverick Greissing

ADVERTISING, SPECIAL PROJECTS & EVENTS
Marketing: Mauro Fabbri - maurofabbri@sprea.it
Segreteria: Emanuela Mapelli - Tel. +39 0292432244 - emanuelamapelli@sprea.it
Events Production: Giulia Sprea - giulia@sprea.it

SERVIZIO QUALITÀ EDICOLANTI E DL
Sonia Lancellotti, Virgilio Cofano : tel. 02 92432295/440 - distribuzione@sprea.it

ARRETRATI
Arretrati: si acquistano on-line su www.sprea.it
Mail: store@sprea.it
Fax: 02 56561221 - Tel: 02 87168197 (lun-ven / 9:00-13:00 e 14:00-18:00)

FOREIGN RIGHTS
Gabriella Re: tel . 02 92432262 - international@sprea.it

SERVIZI CENTRALIZZATI
Art director: Silvia Taietti
Grafici: Marcella Gavinelli, Alessandro Bisquola, Nicolò Digiuni, Tamara Bombelli, Luca Patrian
Coordinamento: Gabriella Re, Silvia Vitali , Ambra Palermi, Alessandra D'Emilio, Roberta Tempesta, Elisa Croce, Laura Vezzo, Laura Galimberti, Michela Lampronti, Francesca Sigismondi, Tiziana Rosato, Milena Sacchi
Amministrazione: Erika Colombo (responsabile), Irene Citino, Sara Palestra, Danilo Chiesa, Desirée Conti - amministrazione@sprea.it

Scienze, registrata al tribunale di Milano il 03/12/2010 con il numero 649.
ISSN: 2281-714X
Direttore responsabile: Luca Sprea

Distributore per l'Italia:
Press-Di Distribuzione stampa e multimedia s.r.l. - 20090 Segrate
Distributore per l'Estero: So.Di.P S.p.A.
Via Bettola, 18 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel +39 02 66030 400 - Fax +39 02 66030 269 - sies@sodip.it

Stampa: Arti Grafiche Boccia S.p.A.- Salerno

Copyright : Sprea S.p.A. - Immediate Media Co Ltd - BBC Uk Publishing

Informativa su diritti e privacy
La Sprea S.p.A. titolare esclusiva della testata Scienze e di tutti i diritti di pubblicazione e di diffusione in Italia. L'utilizzo da parte di terzi di testi, fotografie e disegni, anche parziale, è vietato. L'Editore si dichiara pienamente disponibile a valutare - e se del caso regolare - le eventuali spettanze di terzi per la pubblicazione di immagini di cui non sia stato eventualmente possibile reperire la fonte. Informativa e Consenso in materia di trattamento dei dati personali (Codice Privacy d.lgs. 196/03). Nel vigore del D.Lgs 196/03 il Titolare del trattamento dei dati personali, ex art. 28 D.Lgs. 196/03, è Sprea S.p.A. (di seguito anche "Sprea"), con sede legale in Via Torino, 51 Cernusco sul Naviglio (MI). La stessa La informa che i Suoi dati, eventualmente da Lei trasmessi alla Sprea, verranno raccolti, trattati e conservati nel rispetto del decreto legislativo ora enunciato anche per attività connesse all'azienda. La avvisiamo, inoltre, che i Suoi dati potranno essere comunicati e/o trattati (sempre nel rispetto della legge), anche all'estero, da società e/o persone che prestano servizi in favore della Sprea. In ogni momento Lei potrà chiedere la modifica, la correzione e/o la cancellazione dei Suoi dati ovvero esercitare tutti i diritti previsti dagli artt. 7 e ss. del D.Lgs. 196/03 mediante comunicazione scritta alla Sprea e/o direttamente al personale Incaricato preposto al trattamento dei dati. La lettura della presente informativa deve intendersi quale presa visione dell'Informativa ex art. 13 D.Lgs. 196/03 e l'invio dei Suoi dati personali alla Sprea varrà quale consenso espresso al trattamento dei dati personali secondo quanto sopra specificato. L'invio di materiale (testi, fotografie, disegni, etc.) alla Sprea S.p.A. deve intendersi quale espressa autorizzazione alla loro libera utilizzazione da parte di Sprea S.p.A. Per qualsiasi fine e a titolo gratuito, e comunque, a titolo di esempio, alla pubblicazione gratuita su qualsiasi supporto cartaceo e non, su qualsiasi pubblicazione (anche non della Sprea S.p.A.), in qualsiasi canale di vendita e Paese del mondo.

Il materiale inviato alla redazione non potrà essere restituito.

Contenuti su licenza:

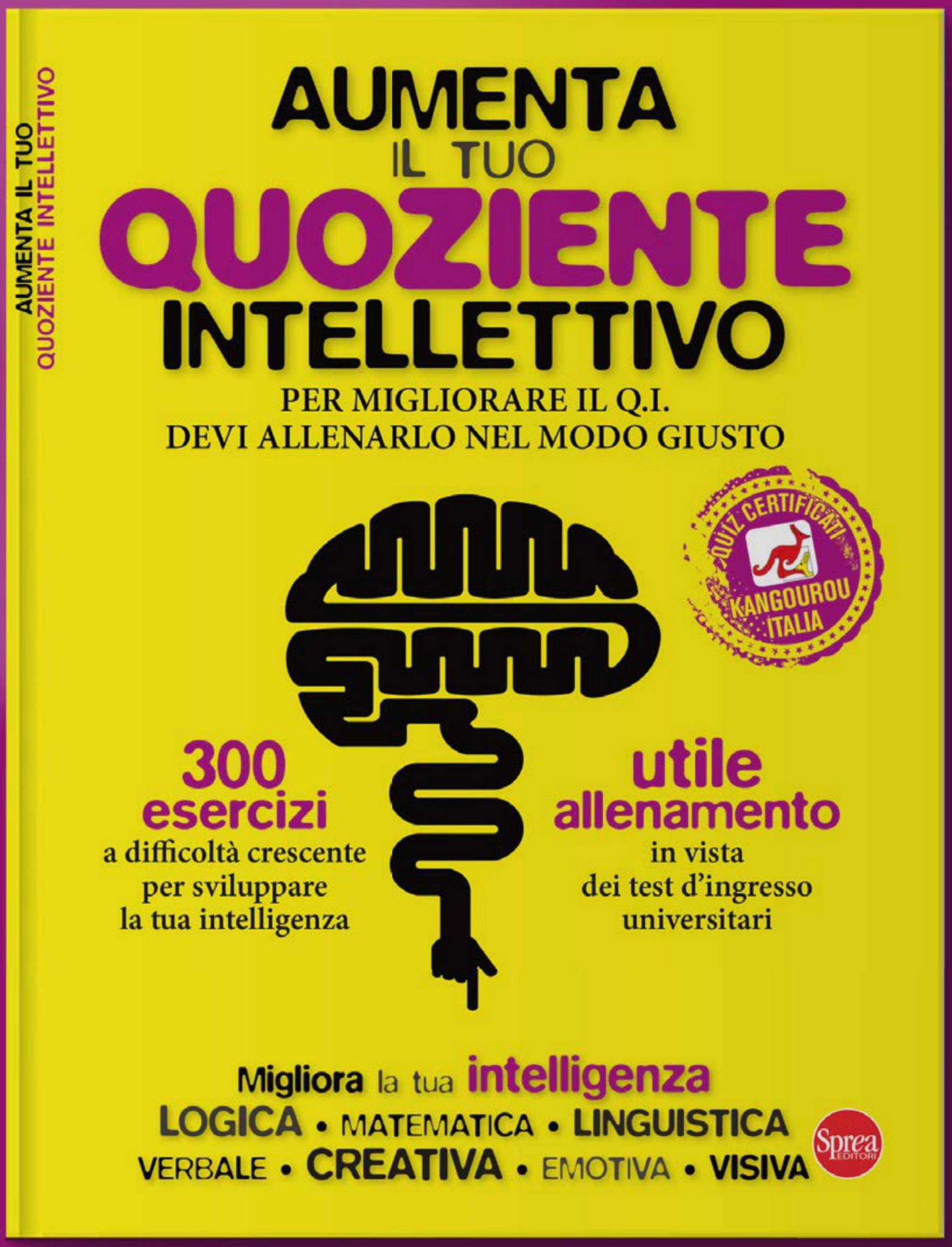
BBC
BBC UK Publishing
Director of Editorial Governance - Nicholas Brett
Publishing Director - Chris Kerwin
Publishing Coordinator: Eva Abramik
UK.Publishing@bbc.com
www.bbcworldwide.com

IMMEDIATE MEDIA Co

Articles in this issue are translated or reproduced from BBC Focus magazine and are the copyright of or licensed to © Immediate Media Co. Bristol Limited, UK 2020. Used under licence. All rights reserved.

Focus UK
Editor-in-Chief – Daniel Bennett
Production Editor - Alice Lipscombe-Southwell
Art editor – Joe Eden
BBC Studios, UK Publishing
Publishing Director - Chris Kerwin
Director of Editorial Governance - Nicholas Brett
Publishing Coordinator – Eva Abramik
UK.publishing@bbc.com
www.bbcworldwide.com/uk--anz/ukpublishing.aspx
Immediate Media Co Ltd
Chairman – Martin Weiss
CEO – Tom Bureau
Director of International Licensing and Syndication – Tim Hudson
International Partners Manager –Molly Hope-Seton

IN EDICOLA



Scansiona il QR Code

Prenotala su www.sprea.it/qi
anche in versione digitale

#SCRIVIAMOITALIA

L'Italia che scrive e racconta l'Italia.

Crea il tuo giornale digitale gratuito su

www.iltuogiornale.it

oppure

inquadra qui

iltuogiornale.it

EMOZIONE STRAORDINARIA

#IORESTOACASA

#ANDRÀTUTTOBENE